



## **Ústav řízení a ekonomika podniku**

**Zvýšení efektivity výrobních zdrojů na  
pracovišti svařovny ve společnosti DOOSAN  
BOBCAT EMEA, S.R.O.**

**Increasing the efficiency of production  
resources at the welding workplace at  
DOOSAN BOBCAT EMEA, S.R.O.**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**2017/2018**

**Bc. Barbora BARONOVÁ**

<b>Studijní program:</b>	N2301 STROJNÍ INŽENÝRSTVÍ
<b>Studijní obor:</b>	2305T003 Řízení a ekonomika podniku
<b>Vedoucí práce:</b>	Ing. Žilka Miroslav Ph.D.



# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Baronová** Jméno: **Barbora** Osobní číslo: **382464**  
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**  
Zadávající katedra/ústav: **Ústav řízení a ekonomiky podniku**  
Studijní program: **Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **Řízení a ekonomika podniku**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Zvýšení efektivity výrobních zdrojů na pracovišti svařovny ve společnosti Doosan Bobcat EMEA s.r.o.**

Název diplomové práce anglicky:

**Increasing the efficiency of production resources at the Welding Workplace at Doosan Bobcat EMEA s.r.o.**

Pokyny pro vypracování:

1. Úvod
2. Cíle a úkoly
3. Teoretická část
  - metody měření (MTM-2), metody hodnocení efektivnosti z hlediska využití kapacity, z finančního a investičního hlediska
4. Praktická část
  - Zmapování současného stavu na svařovací lince
  - Vyhodnocení poměru svařecích/montážních operací -> určení kritických míst a nedostatků
  - Návrh nového svařovacího procesu
  - Porovnání jednotlivých variant - z ekonomicko-investičního, časového hlediska
  - Závěrečné zhodnocení využití efektivity zvolené varianty
5. Závěr

Seznam doporučené literatury:

- [1] HRDÝ, MILAN. HODNOCENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI INVESTIČNÍCH PROJEKTŮ EU, 1.VYD. PRAHA: WOLTERS KLUWER (ASPI), 2006. 204s. ISBN: 80-7357-137-4
- [2] TOMEK, GUSTAV A VÁVROVÁ VĚRA. ŘÍZENÍ VÝROBY, 1.VYD. PRAHA: GRADA PUBLISHING S.R.O. 1999. 440s. ISBN: 80-7169-578-5
- [3] DELMAR W. KARGER a FRANKLIN H. BAYHA. ENGINEERED WORK MEASUREMENT: THE PRINCIPLES, TECHNIQUES, AND DATA OF METHODS-TIME MEASUREMENT BACKGROUND AND FOUNDATIONS OF WORK MEASUREMENT AND METHODS-TIME MEASUREMENT, PLUS OTHER RELATED MATERIAL. 4TH ED. NEW YORK, N.Y: INDUSTRIAL PRESS, 1987. ISBN 0831111704.
- [4] CHARY, S.N. PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT. 4TH ED. NEW DELHI: TATA MCGRAW-HILL, 2009. ISBN 0070091536.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

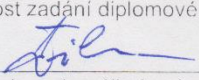
**Ing. Miroslav Žilka, Ph.D., ústav řízení a ekonomiky podniku MÚ**

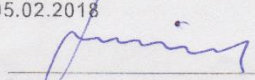
Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

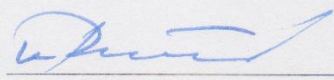
Datum zadání diplomové práce: **25.10.2017**

Termín odevzdání diplomové práce: **05.01.2018**

Platnost zadání diplomové práce: **05.02.2018**

  
Podpis vedoucí(ho) práce

  
Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

  
Podpis děkana(ky)

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu. Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne.....

.....

podpis autora

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěla bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Žilka Miroslav Ph.D. za cenné rady a informace, které mi podal v průběhu tvorby diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala všem zaměstnancům společnosti Doosan Bobcat EMEA, s.r.o., kteří mi poskytovali důležité informace pro mou práci.

## **ANOTACE**

*Předmětem této diplomové práce je zvýšení efektivity výrobních zdrojů na pracovišti svařovny ve společnosti DOOSAN BOBCAT EMEA, s.r.o., pomocí metody MTM -2.*

*První částí práce se zabývám teoretickými východisky, definuji pojmy související s průmyslovým inženýrstvím především s metodou MTM. Dále jsou zde definovány pojmy z oblasti ekonomického, investičního vyhodnocení projektu např. doba návratnosti, čistá současná hodnota.*

*Druhá část práce je věnována aplikaci metody MTM – 2, navržení možných variant, jakým způsobem by bylo možné upravit layout, abychom dosáhli zvýšení efektivity výrobních zdrojů na lince.*

*V další části dochází k porovnání jednotlivých navržených variant a zhodnocení, která z varianty je pro společnost Bobcat nejvýhodnější.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*Metoda MTM, průmyslové inženýrství, analýza a měření práce, doba návratnosti, čistá současná hodnota, efektivita.*

## **TITLE**

*Increasing the efficiency of production resources at the welding workplace at DOOSAN BOBCAT EMEA, s.r.o*

## **ANNOTATION**

*The subject of this diploma thesis is to increase the efficiency of production resources at the welding workplace at DOOSAN BOBCAT EMEA, s.r.o., using the MTM -2 method.*

*The first part of the thesis deals with the theoretical background, defines concepts related to industrial engineering especially with the MTM method. There are also defined the terms of economic, investment evaluation of the project, eg payback time, net present value.*

*The second part is devoted to the application of the MTM - 2 method, Here we propose possible variations of the layout of the workplace in order to increase the efficiency of production resources in the workplace.*

*In the next section we compare the proposed variants and we will evaluate which of the proposed variants is the most advantageous for Bobcat.*

## **KEYWORDS**

*MTM method, industrial engineering, work analysis and measurement, payback time, net present value, efficiency.*

## Obsah

<b>Úvod .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Teoretická část .....</b>	<b>8</b>
1.1 Průmyslové inženýrství .....	8
1.1.1 Rozdělení metod průmyslového inženýrství .....	9
1.2 Metoda MTM .....	14
1.3 Ekonomické zhodnocení projektu .....	19
1.3.1 Identifikace relevantních subjektů .....	20
1.3.2 Stanovení dopadů .....	20
1.3.3 Vyčíslení dopadů a jejich ocenění .....	20
1.3.4 Výpočet kritériálních ukazatelů .....	22
<b>2 Praktická část .....</b>	<b>25</b>
2.1 Představení společnosti Doosan Bobcat EMEA s.r.o. ....	25
2.2 Formulace problému .....	28
2.3 Výchozí situace pracoviště – SVAŘOVNA LDR – Bobtache .....	29
2.4 Návrh možných variant .....	36
2.4.1 Varianta č.1 – Úprava přípravku na broušení H-patternů .....	38
2.4.2 Varianta č. 2 – Úprava přípravku na stehování Bobtache – S100/T110 .....	40
2.4.3 Varianta č. 3 – Přesun přípravku H-pattern a vytvoření stolu na kontrolu svarů ....	42
2.4.4 Varianta č. 4 – Přesun vozíku pro H-patterny a vytvoření stolu na kontrolu svarů .	44
<b>3 Závěrečné zhodnocení variant .....</b>	<b>46</b>
<b>4 Závěr .....</b>	<b>47</b>
<b>5 Použité zdroje .....</b>	<b>49</b>
<b>6 Seznam tabulek a grafů .....</b>	<b>50</b>

## Úvod

O současném průmyslovém prostředí můžeme říci, že je vysoce konkurenční, dynamické a globální. Klíčovým úkolem podniku, který chce být úspěšný a chce efektivně alokovat své zdroje, aby jeho výrobky či služby byly z hlediska ceny i kvality konkurenceschopné, je především umění zvyšovat produktivitu a svou výkonnost při využití synchronizace stěžejních podnikových zdrojů. Ideální by samozřejmě bylo, kdyby podnik využíval svých zdrojů na 100 %. Z reálného hlediska nelze dosáhnout 100 % využití zdrojů. Ale i přesto se musí podnik, který chce být úspěšný a na světové úrovni, neustále snažit maximálně se přibližovat tomuto ideálnímu 100 % stavu. Řešení, které může přiblížit podnik k takovému ideálnímu stavu, potom představuje obor zvaný průmyslové inženýrství. Problematika zavádění metod průmyslového inženýrství (PI) do sektoru výroby a služeb dnes představuje velmi aktuální téma, které je vhodné rychle řešit. Zavádění vhodných přístupů, poznatků a zkušeností, které sdružuje obor PI, je známé především z oblasti hromadné a velkosériové průmyslové výroby, kde doznalo prokazatelné výsledky ve zvyšování produktivity a konkurenceschopnosti viz. automobilový průmysl – Automotiv.

Podnik také musí vlastnit zcela funkční výrobní systém s odpovídajícím vybavením. Vhodné prostorové uspořádání výrobního systému a řízení hmotných toků ve výrobě je jedním z faktorů jeho efektivní fungování. Proto se většina podniků touto problematikou aktivně zabývá a hledá nejlepší variantu uspořádání svých výrobních systémů a nastavení hmotných toků ve výrobě. Racionalizace prostorového uspořádání přináší především ekonomické efekty, efektivní využití výrobních prostor, zpřehlednění výroby, snížení objemu manipulace apod.

Cílem této práce je zvýšení efektivity výrobních zdrojů na pracovišti svařovny ve společnosti DOOSAN BOBCAT EMEA, s.r.o.

Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou část.

V teoretické části je popsáno základní rozdělení průmyslového inženýrství se zaměřením se především na metodu MTM, kterou budu využívat v praktické části při analýze a hodnocení efektivnosti pracoviště. Pro ekonomické zhodnocení jednotlivých navržených variant budu využívat metody hodinové nákladové sazby a čistou současnou hodnotu. Charakteristika obou těchto metod je taktéž popsána v teoretické části.

Hlavním úkolem praktické části bude navrhnout a zhodnotit jednotlivé možné varianty, které mohou nastat na pracovišti svařovny. A následně je mezi sebou porovnat a vyhodnotit.

V první fázi praktické části bude potřeba udělat analýzu současného stavu pracoviště. Zde využiji MTM metodu, která analyzuje manuální činnosti na základní pohyby:

- nalezení problémového místa,
- stanovení příčin plýtvání zdrojů a vyvození jejich důsledků.

V další fázi navrhnu možné varianty úpravy pracoviště:

- opatření proti plýtvání.

Všechny navržené varianty budou fyzicky od simulovány a za pomoci softwaru iSC Methodology – DGI a metody MTM 2 - vyhodnoceny.

V poslední fázi mé práce jednotlivé navržené varianty mezi sebou porovnáám za pomoci ekonomických faktorů – HNS, ČSH, a zhodnotím z hlediska časových úspor. A navrhnu nejvhodnější variantu pro implementaci.

## 1 Teoretická část

### 1.1 Průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství je odvětví strojírenství, které zahrnuje zjišťování toho, jak dělat věci a dělat věci lépe. „Průmyslové inženýrství“ je překlad anglického termínu „Industrial Engineering“. Průmysloví inženýři se zabývají snižováním výrobních nákladů, zvyšováním účinnosti, zlepšováním kvality výrobků a služeb, zajištěním bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců, ochrany životního prostředí a dodržování vládních předpisů.

Průmyslové inženýrství je jeden z nejmladších inženýrských oborů a prochází neustálým vývojem.

Definice PI pro 21. století od českých autorů uvádí: *„Je to uznávaný vědní obor, který se orientuje na plánování, navrhování, zavádění a řízení integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energii, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů v rámci celého životního cyklu výrobku nebo služby.“*

Zjednodušeně lze tedy říci, že PI je obor, který se v rámci hledání toho „jak sofistikovaně provádět práci“, zabývá odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování



z pracovišť. Výsledkem těchto činností by mělo být, že tvorba vysoce kvalitních produktů i poskytování vysoce kvalitních služeb je snadnější, rychlejší a levnější. [1]

### 1.1.1 Rozdělení metod průmyslového inženýrství

Metody a techniky průmyslového inženýrství se rozdělují do pěti základních okruhů:

1. Racionalizace a empirické metody vyvinuté v průmyslových podnicích
2. Informatika a softwarové inženýrství
3. Motivace, nové organizační formy, týmy, vedení lidí (budování týmů)
4. Systémové inženýrství, projektování, operační výzkum
5. Technologie, výrobní a automatizační technika

Okruhy průmyslového inženýrství	Popis
<b>Racionalizace a empirické metody vyvinuté v průmyslových podnicích</b>	Patří sem studium metod (pro efektivnější využívání materiálu, prostoru, strojů i pracovníků), měření práce (REFA, MTM, MOST), 5S, Jidoka, SMED, TPM, Poka-Yoke, VSM, apod.
<b>Informatika a softwarové inženýrství</b>	Informační technologie pro bez dokumentovou výměnu informací, simulace apod.
<b>Motivace, nové organizační formy, týmy, vedení lidí (budování týmů)</b>	Moderování, Kaizen (soutěže ve zlepšování), důraz na týmovou práci.
<b>Systémové inženýrství, projektování, operační výzkum</b>	TOC, projektový management, optimalizace práce a layoutu.
<b>Technologie, výrobní a automatizační technika</b>	Robotika, stroje, centralizace skladů, dopravní systém.

Tabulka 1: Okruhy průmyslového inženýrství

Pomocí metod průmyslového inženýrství s racionálním logistickým řešením lze vybudovat tzv. štíhlý podnik, jehož základními kameny jsou potom štíhlá výroba, štíhlá logistika, štíhlá administrativa a štíhlý vývoj. [2]

#### 1.1.1.1 Analýza a měření práce

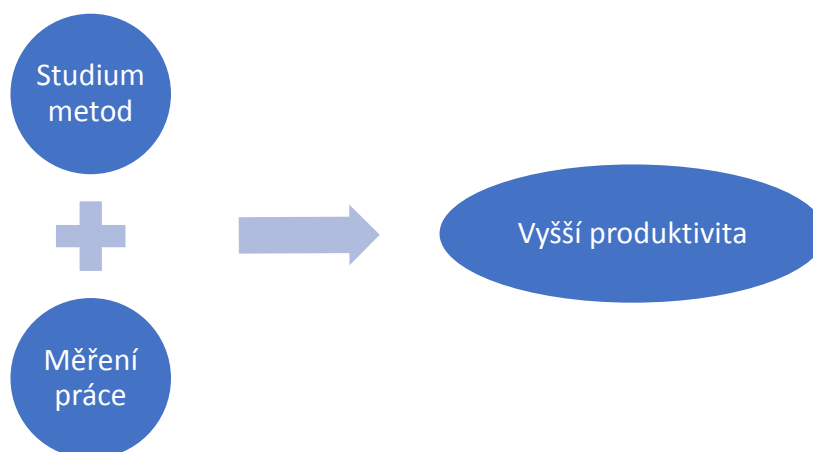
Pod názvem analýza a měření práce si můžeme představit aktivity vedoucí k definování optimálního pracovního postupu a určení spotřeby času pro jednotlivé činnosti.

Analýza práce a její měření jsou základem práce průmyslového inženýra a jsou výborným nástrojem pro odstranění neefektivity při vykonávání jakékoli práce.

#### **ANALÝZA PRÁCE**

Analýza práce je založena na využití dvou technik:

- *Studium metod (pracovních)* – vyplývá z něho efektivnější využívání materiálu, prostoru, strojů a zařízení i pracovníků.
- *Měření práce* – umožňuje zlepšené plánování a řízení, nabízí základnu pro systémy odměňování.



Obrázek 1: Analýza práce

Je důležité, aby inženýři tyto techniky využívají současně nebo v kombinaci. [1]

Studium práce je tedy zaměřeno na sledování a hodnocení následujících parametrů:

- čas,
- pohyb,
- prostor,
- energetická náročnost – obtížnost práce.

Při posuzování náročnosti práce na člověka se musí vycházet z analýzy:

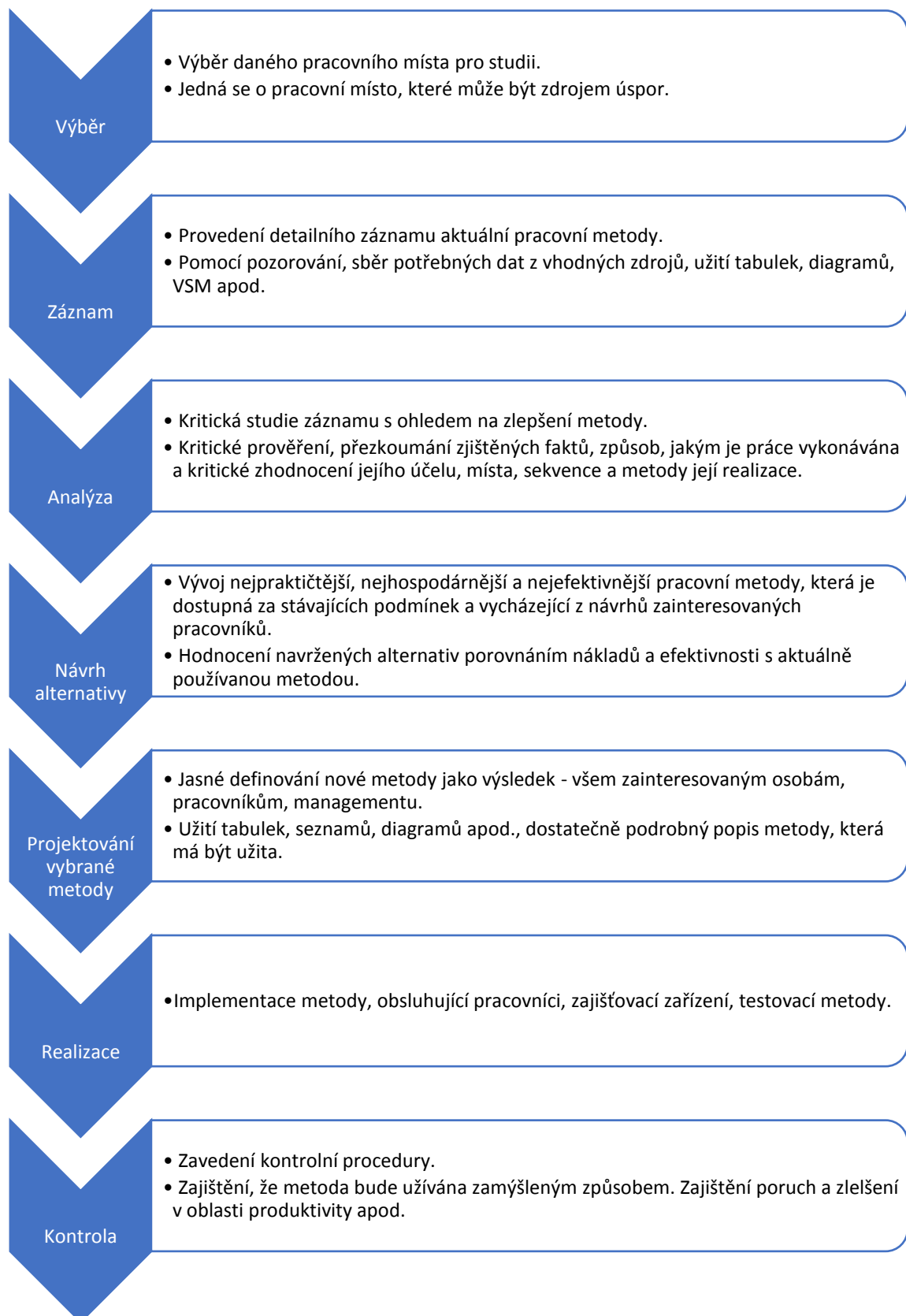
- nároků činností na smyslové funkce člověka,
- nároků na psychické procesy,
- nároků na pohybový aparát.

Soubor metod, vhodných na analýzu pracovní činnosti obsahuje:

- 1) Časové studie (výrobních operací, pracovního dne) – jsou zaměřené na zkoumání parametru typu – čas při pracovní činnosti. Jejich cílem je zkoumat strukturu a velikost jednotlivých složek spotřeby času.
- 2) Pohybové studie (mikro pohybové studie, studie dráhy pohybu) – jsou zaměřené na zkoumání průběhu složek pracovního procesu v prostoru a čase.
- 3) Ergonomické studie – zahrnují studie pracovního prostředí, psychologické a fyziologické studie.

Mikro pohybové studie představují skupinu metod, které umožňují analýzu základních pohybů jednotlivých částí lidského těla a jejich časového trvání. Mezi nejpropracovanější metody patří metoda MTM – Methods – Time – Measurement. [3]

Metodický postup studie práce se skládá ze 7 základních kroků [6]:



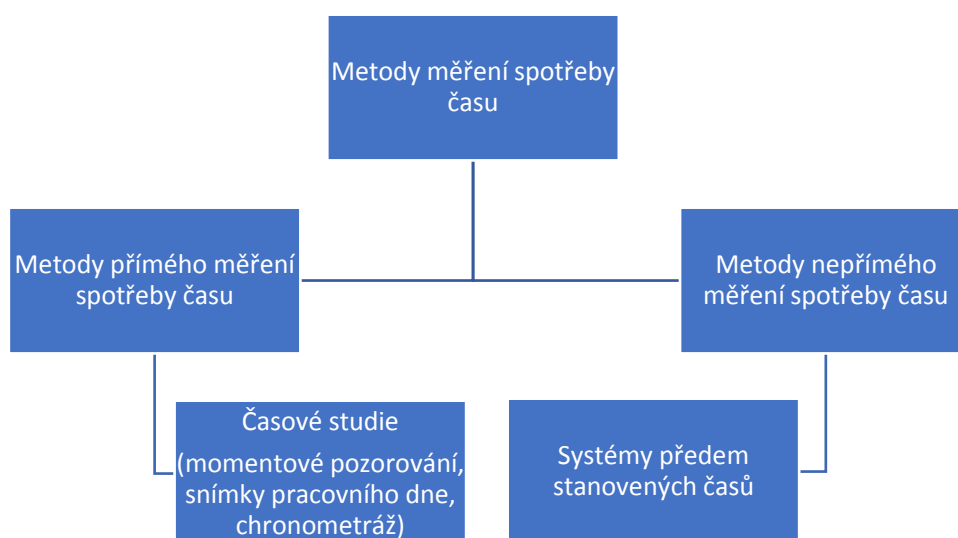
Obrázek 2: 7 základních kroků postupu studie práce

## **MĚŘENÍ PRÁCE**

Cílem měření práce je změření spotřeby času specifikované práce vykonané pracovníkem. Výstupem měření je norma spotřeby času. Informace z časových studií mohou také posloužit jako podklad pro zjištění ztrátových časů a následné racionalizaci práce.

Pokud pomineme techniky jako je hrubý odhad či využití historických údajů, patří mezi nejpoužívanější metody časové studie, které jsou realizovány přímým měřením za pomoci stopek. Kromě těchto časových studií tvoří druhou, v současnosti stále více používanou skupinu tzv. systémy předem určených časů, kde norma je určena nepřímým způsobem. [4]

### **Časové studie dělíme:**



*Obrázek 3: Rozdělení časových studií*

#### **A. Přímé měření**

Přímé měření sleduje proces v reálném čase přímo na pracovišti. Spotřeba času se stanovuje pomocí stopek a formulářů, popřípadě se používá specializované zařízení či softwaru, které přepisují údaje do elektronické podoby a nahrazují, tak klasické stopky a papírové formuláře. V zásadě je možné rozlišovat dvě základní varianty přímého měření. Pokud je pozorovaným subjektem operace, tak pro stanovení času operace se používá chronometráž a v případě, že sledujeme pracovníka, jedná se o snímek pracovního dne. [5]

## B. Nepřímé měření

Metody nepřímého měření jsou založeny na kombinaci časových a pohybových studií. Úkolem nepřímého měření nebo také systémů předem určených časů je analýza dílčích úkonů na základní pohyby, kterým je dle náročnosti přiřazován index odpovídající určité spotřebě času.

Jsou vhodné pro aplikaci ve všech odvětvích průmyslu se sériovou i malosériovou výrobou.

Mezi nejznámější metody předem určených časů patří do oblasti PI v současnosti patří zejména metody MTM (Methods Time Measurement), UMS (Universal Maintenance Standards), USD (Unified Standard Data), UAS (Universelles Analysier System) a MOST (Maynard Operation Sequence Technique). Já se v této kapitole zaměřím na metodu MTM, kterou následně využiji k analýze a měření práce v praktické části.

### 1.2 Metoda MTM

Metoda MTM se využívá při optimalizaci a racionalizaci pracovní činnosti a pracovního místa. Představuje jeden z nástrojů studie lidské práce a času, který se dá použít v každém průmyslovém odvětví. Velkou výhodou této metody je fakt, že časové hodnoty a standarty MTM jsou mezinárodně platné.

MTM metoda vznikla v roce 1948 jako výsledek studie s ruční vrtačkou pro společnost Westinghouse Electric Corporation v USA. Velice rychle se rozšířila mimo americký průmysl prakticky do celého světa. Její definice podle Maynarda zní:

„MTM je metoda, která analyzuje manuální činnosti na základní pohyby, které je nutné provést a přiřazuje každému pohybu předdefinovanou časovou normu, která je závislá od druhu pohybu a podmínek, ve kterých je pohyb prováděný“.

Daná metoda rozeznává 3 základní kategorie pracovních pohybů:

- pohyb těla a dolních končetin – 12 pohybů,
- pohyb horních - 9 pohybů,
- pohyb očí – 2 pohyby.

Metoda využívá alfabetycko-numerické symboly sestávající ze základního znaku a indexu. Základní znak identifikuje pohyb v symbolu písmeny velké abecedy – počátečními písmeny anglického výrazu příslušného pohybu. Index vyjadřuje druh základního pohybu v závislosti na vlivu proměnných činitelů. [6]

Časové hodnoty základních pohybů jsou velmi malé, nedají se měřit v běžných časových jednotkách. Vyjadřují se v jednotkách TMU (Time Measurement Unit). V tabulce je uveden přepočít jednotky TMU na sekundy, minuty a hodiny:

TMU	Sekundy	Minuty	Hodiny
1	0,036	0,0006	0,00001
27,8	1	-	-
1666,7	-	1	-
100 000	-	-	1

Tabulka 2: Přepočít jednotky TMU

Proměnné faktory, jsou zkoumány z hlediska:

- vzdálenosti měřené v cm,
- typu pohybů,
- úhlu (měřený v šedesátkové soustavě),
- hmotnosti vyjádřené v kg.

Kategorie základních pohybů a jejich označení je uvedeno v tabulce [7]:

	Základní pohyb	Označení
	<b>Pohyby horních končetin</b>	
1	Sáhnout	R - rash
2	Uchopit	G - grasp
3	Přemístit	M - move
4	Pustit (odložit)	RL - release
5	Umístit	P - position
6	Oddělit	D - disengage
7	Obrátit	T - turn
8	Otočit	C - crank
9	Tlačit	AP - apply-presure
	<b>Pohyby očí</b>	
1	Sledování pohledem	ET - eye travel
2	Zaostření	EF - eye foces
	<b>Pohyby těla a dolních končetin</b>	
1	Pohyb chodidla	FM - foot motion
2	Pohyb nohy	LM - leg motion
3	Úkrok	SS - side step

4	Otočení trupu	TB - turn body
5	Ohnutí těla, podřep, poklek	B - bend; S - stoop
6	Vzpřímení	AB – arise from bend
7	Sednout, vstát	SIT, STD – stand
8	Chůze	WP – walk pace
9	Klek, vzpřímení z kleku	KBK – kneel on both knees, AKBK

Tabulka 3: Základní pohyby MTM

Výhodou této metody MTM je, že se soustředí na analýzu vlastního pracovního postupu. Všechny časové hodnoty, které se zpracovávají na základě MTM odpovídají jednotné výkonnostní úrovni. Pomocí této metody je možné reálně propočítat výrobní časy ještě před spuštěním samotné výroby a odstranit brzdicí elementy, které negativně působí na výkonnost pracovníků.

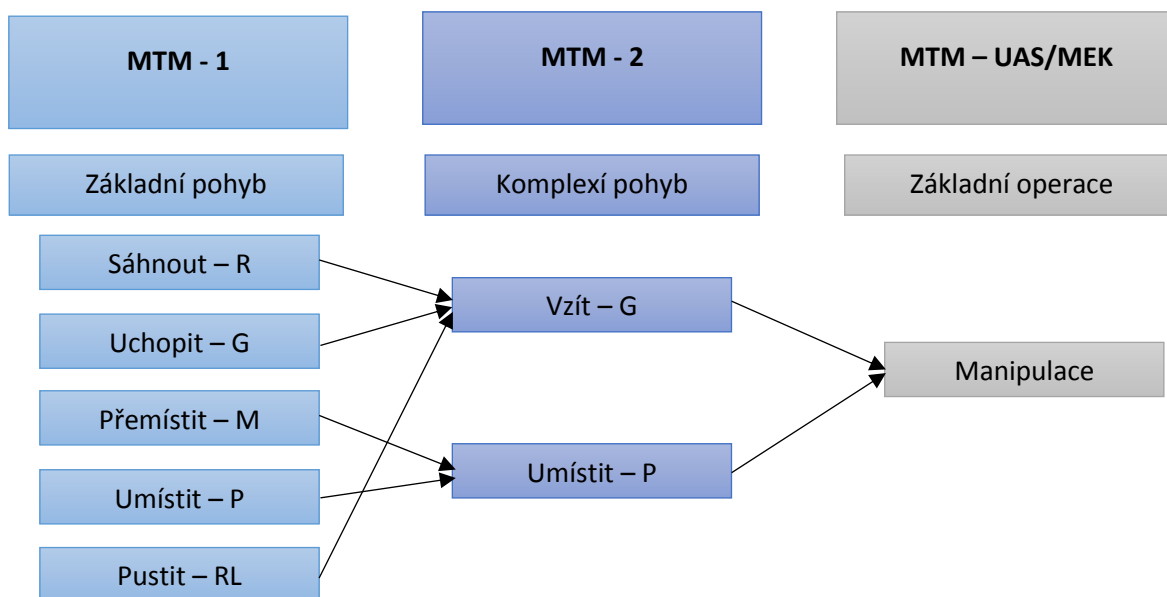
MTM tedy analyzuje a poskytuje informace:

- omezení pohybů (pohyby, které omezují jiné pohyby),
- možných kombinací pohybů (kritické a nekritické cesty),
- identifikaci zbytečných anebo neefektivních pohybů,
- zlepšování existujících metod na zvýšení výroby a snížení potřeby práce,
- vytvoření časových norem pro odměňování a stimulování pracovníků,
- výběru efektivního zařízení.

Nevýhodou metody MTM může být fakt, že bez dostatečných teoretických a praktických zkušeností pracovníků, kteří ji využívají, můžou vzniknout nepřesné výsledky. [5]

Kromě metody MTM – 1, která umožňuje podrobně analyzovat práci na základní pohyby, je ovšem velmi náročné získat daná data, časy, a která je vhodná pro manuální činnosti – zejména pro krátké operace, které se cyklicky a dlouhodobě opakují, byly vyvinuty ještě metody MTM-2 až MTM-5. Jsou to takzvané nadstavby systému MTM 1 a to z důvodů omezení chyb analytiků a zkrácení času analýzy. Jde v podstatě o seskupení určitých základních pohybů nebo jejich variant za účelem zjednodušení celé analýzy, například metoda MTM 2: pohyby jako sáhnout – uchopit – pustit => seskupí do jednoho základního pohybu VZÍT. U metody MTM 3 je to například vzít – položit => seskupeno do jednoho pohybu MANIPULACE.





Tabulka 4: Vývoj metody MTM

Dnes rozeznáváme 5 stupňů MTM [6]:

Stupeň MTM	Kategorie analýzy	Trvání operace v MIN.
<b>MTM-1</b>	Základní pohyby	0,1 – 0,5
<b>MTM-2</b>	Komplexní pohyby	0,5 – 3
<b>MTM-3</b>	Úkony operace	3–30
<b>MTM-4</b>	Úseky operace	30 – 1 800
<b>MTM-5</b>	Operace jako celek	Více než 1 800

Tabulka 5: Stupně MTM

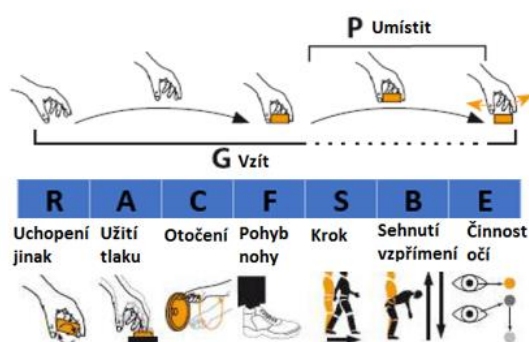
Jak bylo výše uvedeno, ke každému pohybu náleží tzv. hodnota TMU. Z této hodnoty se na konci udělá suma za celou výrobní operaci (jedno pracoviště) a speciální program (v našem případě bude využit software – iSC Methodology DGI) vypočte hodinovou normu obsahující jak samotnou práci, tak například i fyziologické přestávky, kontroly apod.

Pro lepší představu jak MTM 2 funguje uvedu jednoduchý příklad:

Pozorovaná osoba vezme levou rukou ploché pravítko, které leží na desce stolu ve vzdálenosti 50 cm. Pravítko přiblíží k sobě a uchopí ho pravou rukou. Poté ho umístí oběma rukama na dva body vzdálené od sebe 18 cm.

Instrukce	Levá strana (končetina)	TMU	Instrukce	Pravá strana (končetina)
Uchopení pravítka na vzdálenost větší než 45 cm	GC80	32	-	
Pohyb rukou k sobě	PA80	20 + 7	Uchopení	GB5
Pohyb s přesným umístěním do 15 cm	PC15/2	26/20 + 26/2	Pohyb s přesným umístěním do 15 cm	PC15/2
-		-	Kontrola zrakem	E
Dorovnávací přesný pohyb do 5 cm	PC5/2	21/2 + 21/2	Dorovnávací přesný pohyb do 5 cm	PC5/2

Tabulka 6: Analýza přemístění pravítka dle MTM – 2



GA	GB	GC	cm	PA	PB	PC
3	7	14	5	3	10	21
6	10	19	15	6	15	26
9	14	23	30	11	19	30
13	18	27	45	15	24	36
17	23	32	80	20	30	41

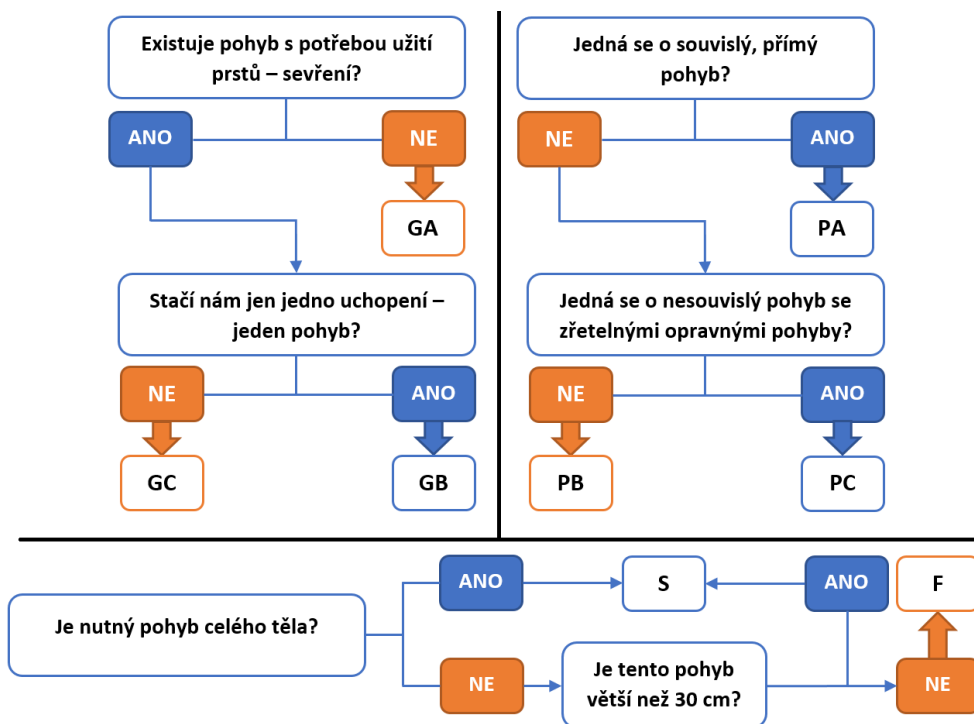
GW: 1 TMU/kg

PW: 1 TMU/5Kg

R	A	C	F	S	B	E
6	14	15	9	18	61	7

Časová hodnota v TMU: 1 TMU = 1/100 000 Hod

Obrázek 4: Záznamová karta časových standardů MTM-2 [16]



Obrázek 5: Karta kategorie pohybů [16]

Časové standardy, v jednotkách měření času (TMU) pro každý pohyb, se jednoduše získají ze záznamové karty MTM – 2. Hodnoty pro sedm pohybů, bez variabilních kategorií jsou zobrazeny nalevo, zatímco zbývající čísla na kartě se vztahují k „VEZMI“ a „UMÍSTI“. Časové standardy pro tyto dva pohyby jsou determinovány kategorií pohybů (viz. karta kategorie pohybů) a zahrnutou vzdáleností. Tyto vzdálenosti jsou uvedeny na kartě časových standardů v pravé části, prostřední sloupec, a jsou znázorněny v centimetrech. Také standardy času pro GW a PW jsou zobrazeny v kartě. V případě starší koncepce se užívá časová hodnota 1 TMU na každá kilogram a v případě novější koncepce se používá 1 TMU na každých 5 kilogramů, tj. TMU ve vztahu k objektu efektivní čisté hmotnosti 10 kg (GW 10) je 10 TMU, zatímco standard pro PW 10 je 2 TMU. [8, 9]

### 1.3 Ekonomické zhodnocení projektu

Smyslem ekonomického hodnocení projektu je posoudit, zda je realizace projektu přínosná a zda má smysl do realizace projektu investovat prostředky. Ekonomické hodnocení je využíváno také v případech, kdy je třeba projekty mezi sebou porovnat na základě co nejobektivněji stanovené „smysluplnosti“.

Ekonomické hodnocení je používáno jako nástroj hodnocení projektů. Zvažuje-li podnikatel, zda investovat do nové výrobní linky, potřebuje posoudit, zda a kdy se mu realizace takového projektu vyplatí, tedy zda a kdy bude realizace projektu zisková. V rámci hodnocení podnikatel odhaduje, jaké náklady a výnosy mu budou z realizace projektu plynout. Výsledky ekonomického hodnocení projektu investice do nové výrobní linky pak může porovnat s výsledky ekonomického hodnocení projektu rekonstrukce stávající linky.

Cílem hodnocení projektu z ekonomického hlediska je identifikovat a zhodnotit, jaké dopady má projekt nejen na realizátora, ale i na okolí projektu a společnost jako celek. Každý projekt bez ohledu na velikost, a to jak v komerčním, tak veřejném sektoru, by měl prokázat, že je z finančního či ekonomického hlediska smysluplný.

V rámci ekonomické analýzy je možné využít následující postup:

- Identifikace relevantních subjektů (beneficientů), jež budou projektem pozitivně či negativně ovlivněni.
- Stanovení dopadů projektu, tzn. pozitivních i negativních efektů na relevantní subjekty.
- Vyčíslení dopadů a jejich převedení do podoby hotovostních toků, tam, kde je to možné.
- Výpočet kritériálních ukazatelů.
- Interpretace a vyhodnocení kritériálních ukazatelů.

### 1.3.1 Identifikace relevantních subjektů

V úvodu ekonomické analýzy je třeba identifikovat subjekty, které realizace projektu ovlivní. Těmito subjekty mohou být:

- Veřejné subjekty
  - o Obec, kraj, stát, školy a další organizace zřizované nebo zakládané veřejnými subjekty.
- Soukromé subjekty
  - o Občané, organizace (firmy apod.).

### 1.3.2 Stanovení dopadů

Charakteristika dopadů je patrná z jejich členění podle kritéria vyčíslitelnosti, resp. převoditelnosti na peněžní jednotky:

- o finanční dopady (tržby, výnosy),
- o ocenitelné v peněžních jednotkách – například vytvoření pracovního místa, snížení spotřeby energie ve společnosti,
- o vyčíslitelné – snížení zmetkovitosti v rámci výrobní linky,
- o nevyčíslitelné – nárůst spokojenosti pracovníku s kvalitou pracoviště.

Při stanovení dopadů je třeba z dalšího hodnocení vyloučit takové efekty, které by se uskutečnily i v případě, že by projekt nebyl realizován, případně efekty, na něž má daný projekt pouze malý vliv. [13]

### 1.3.3 Vyčíslení dopadů a jejich ocenění

Vyčíslení dopadů a jejich převod do podoby hotovostních toků (ocenění) je nejnáročnější fází ekonomické analýzy. Kvalita této zásadní fáze analýzy tkví v kvalitě vstupů, se kterými provádíme výpočty. Odhady by měly být podloženy šetřením, databázemi apod.

V mém případě pro porovnání nákladů na daném pracovišti využiji metodu hodinové nákladové sazby.

**HNS – Hodinová nákladová sazba** je nástrojem vnitropodnikového, někdy se používá termín controllingového, řízení. Její základní funkce je poskytnout relevantní informaci o tom, jaké jsou náklady na jednu hodinu činnosti střediska, oddělení, procesu, profese pracoviště nebo jiné jednotky řízení organizace. Pracuje se s plánovými i skutečnými hodnotami sazby, s jejich porovnáním a vyhodnocením. Je to velmi důvěrná interní informace, která je výsledkem řízení procesů a která může být významnou konkurenční výhodou. Proto při praktické aplikaci neexistuje

jediná HNS, ale zpravidla určitá struktura HNS, přičemž každá z nich má jiné využití při řízení procesů, nákladů na produkt i při vazbě na prodejní politiku. Základem je plánová a skutečná hodnota HNS dané entity. Podle konkrétní situace v podniku existují pak další hodnoty, které je doplňují, případně zpřesňují a také těsněji provazují s cenovou hodinovou sazbou. [10]

Metoda hodinové nákladové sazby je nástroj, který je založen na jednoduchém zlomku, který určuje hodnotu hodinové nákladové sazby (sazby hodinových režijních nákladů):

$$HNS = \frac{N[Kč]}{KAP[h]}$$

kde:

N                    jsou náklady entity,  
KAP                  je kapacita dané entity

Hodinová nákladová sazba je tedy podíl nákladů spojených s existencí a provozem dané entity vyjádřený v korunách a s její kapacitou, vyjádřenou v hodinách (nebo například v normohodinách, minutách, měsících apod.). [11]

Kapacita dané entity je stanovena kapacitním plánem. Obecně můžeme kapacitu entity vyjádřit jako výsledek jejího výkonu a doby po kterou je v činnosti. Dobu činnosti vyjadřujeme pomocí časových fondů.

**Využitelný (efektivní) časový fond** entity v našem případě pracovníka vypočítáme takto [12]:

$$F_{ef} = F_k * h * (g * \sigma)$$

kde:

$F_{ef}$                   je využitelný fond pracovní doby jednoho dělníka v daném plánovaném období v hodinách,  
 $F_k$                   je fond pracovního času dělníka,  
 $h$                     je počet hodin jedné směny  
 $g$                     je počet zaměnitelných pracovišť  
 $\sigma$                   je počet směn na pracovišti.

**Fond pracovního času** dělníka vypočteme:

$$F_k = D - W - BH - H - ID$$

kde:

D	– počet dní v roce
W	– počet nepracovních dní v roce (víkend)
BH	– počet placených svátků v roce
H	– počet dní dovolené
ID	– počet neodpracovaných dní z důvodu nemoci, úrazu.

### 1.3.4 Výpočet kritériálních ukazatelů

V rámci finanční a ekonomické analýzy jsou využívány následující kritériální ukazatelé:

- Čistá současná hodnota – Net Present Value (NPV);
- Index ziskovosti – Profitability Index (PI);
- Diskontovaná doba návratnosti – Discounted Payback Period (DPP);
- Vnitřní výnosové procento – Internal Rate of Return (IRR).

**Metoda čisté současné hodnoty** je základní metodou a porovnává příjmy a výdaje z investice, ale vždy v jejich současných hodnotách, tj. diskontuje je podnikovou diskontní mírou. [14]

$$NPV = -IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

Kde:

IN	– počáteční investiční výdaj;
CF <sub>i</sub>	– cash-flow v roce i;
n	– počet let;
r	– diskontní sazba;
NPV	– udává, kolik peněz nad investovanou částkou dostane podnik navíc.

Investici je možné přijmout pouze tehdy, je-li  $NPV \geq 0$ . Samozřejmě že čím je NPV vyšší, tím lépe. Je-li  $NPV < 0$ , znamená to, že investice neuspokojí představu o očekávané návratnosti vlastníkům nebo věřitelům a v nejhorším případě ani prosté návratnosti vložených prostředků.

**Index ziskovosti** je také relativním měřítkem v rozhodování o investicích. Počítá se jako poměr přínosů (vyjádřených v současné hodnotě prognózovaných budoucích toků hotovosti) a počátečních kapitálových výdajů [15]:

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1+r)^i}}{IN} = \frac{PV}{IN}$$

Kde:

PI	– index ziskovosti;
$CF_i$	– hotovostní tok plynoucí z investice v roce i;
n	– počet let;
IN	– počáteční investiční výdaj;
PV	– současná hodnoty;
r	– diskontní faktor.

Investice je přijatelná, jestliže index ziskovosti je větší nebo roven 1. Čím více index rentability projektu přesahuje hodnotu 1, tím je projekt ekonomicky výhodnější.

**Diskontovaná doba návratnosti** – snažíme se zjistit, kdy kladné diskontované peněžní toky převýší kapitálový výdaj. [15]

$$0 = -IN + \sum_{i=1}^{DPP} \frac{CF_i}{(1+r)^i}$$

Kde:

IN	– počáteční investiční výdaj;
$CF_i$	– hotovostní tok plynoucí z investice v roce i;
r	– diskontní faktor;
DDP	– diskontovaná doba návratnosti.

**Vnitřní výnosové procento** je relativní procentní výnos, který investice poskytuje během svého provozu. Slovo „relativní“ znamená, že je vztaženo k investovanému výdaji a respektuje časovou hodnotu peněz.

Je to taková diskontní sazba, při které by bylo  $NVP = 0$ , tj. budeme hledat IRR, pro které platí [14]:

$$-IN + \sum_{i=1}^n \frac{CF_i}{(1 + IRR)^i} = 0$$

Kde:

IN	– počáteční investiční výdaj;
$CF_i$	– hotovostní tok plynoucí z investice v roce $i$ ;
IRR	– vnitřní výnosové procento;
n	– počet let.

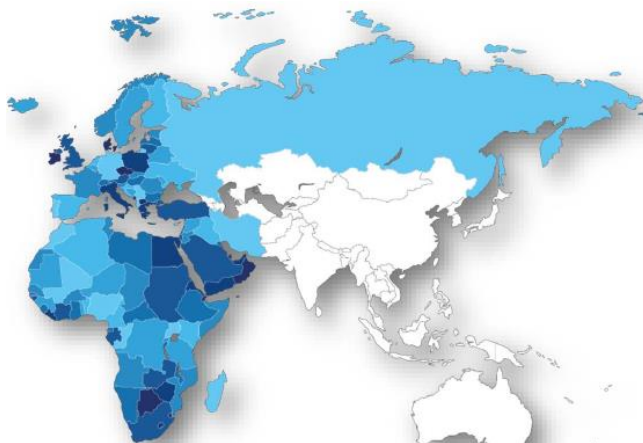
Investici je možné přijmout, je-li  $IRR \geq r$ , v podstatě to znamená, že roční procentní výnos by měl být aspoň takový, jako je procentní náklad kapitálu v podniku. Čím vyšší má investice IRR, tím lepší je její relativní výhodnost.



## 2 Praktická část

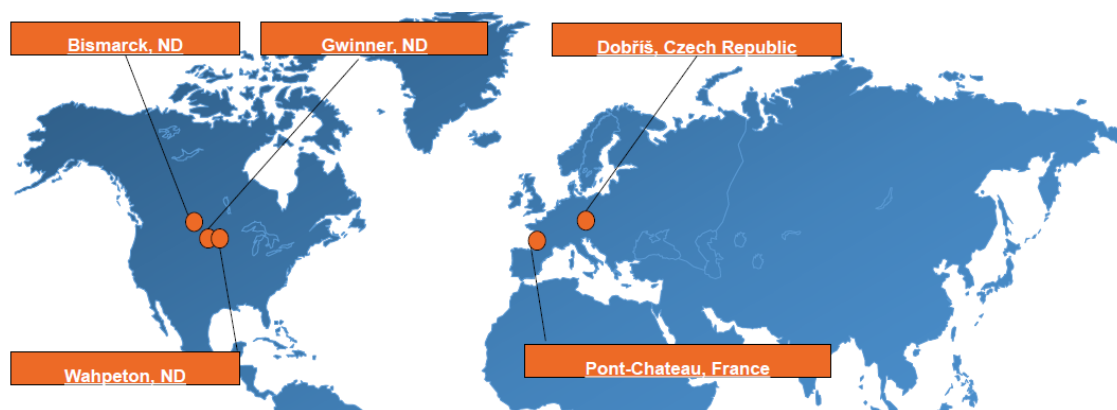
### 2.1 Představení společnosti Doosan Bobcat EMEA s.r.o.

Společnost byla založena před více než 50 lety v USA a dnes téměř každý druhý nakladač nese logo Bobcat. Postupem času se společnost stala hlavním hráčem na trhu výroby kompaktních nakladačů a bagrů. Od roku 2007 sídlí také v České republice, kde se vyrobí 80 % strojů určených pro trhy v Evropě, Africe a na Středním Východě.



Obrázek 6: Distribuční síť společnosti Doosan Bobcat EMEA s.r.o.

Kořeny společnosti Bobcat sahají až do roku 1947, kdy v Severní Dakotě ve městě Gwinner v USA založil E. Gideon Melroe společnost Melroe Manufacturing Company. V roce 1958 zahájila firma Melroe výrobu stroje Bobcat model M-200 a otevřela tak novou kapitolu v dějinách kompaktních strojů. Od roku 1995 byla společnost Bobcat součástí celosvětové firmy Ingersoll Rand. Společnost Ingersoll Rand prodala v červenci 2007 společnost Bobcat společně s dalšími dvěma divizemi korejské společnosti Doosan Infracore za 4,9 miliardy dolarů (asi 98 miliard Kč). Jednalo se o největší zámořskou akvizici v korejské historii. Doosan Infracore se tak dostal mezi sedm největších světových výrobců stavebních strojů.



Obrázek 7: Síť výrobních závodů společnosti Doosan Bobcat

### Historie Doosan Bobcat Dobříš:

ROK	Popis události
<b>2001</b>	Bobcat koupil Superstav v Dobříši (výroba traktor-nakladač-rypadel)
<b>2003</b>	Otevřeno vývojové centrum
<b>2004</b>	První vyrobený Bobcat – smykem řízený nakladač v původní firmě Superstav, ve starém závodě v Dobříši
<b>2005</b>	Zahájení výroby malých kompaktních bagrů
<b>2007</b>	Dokončen nový závod a tréninkové centrum v Dobříši v ČR
<b>2009</b>	Doosan Infracore koupil společnost Bobcat
<b>2014</b>	Bobcat jako první vyrobil 1 000 000 kompaktních nakladačů
<b>2014</b>	Otevření nového inovačního centra ---> vznik Dobříšského kampusu
<b>2014</b>	Výstavba distribučního centra
<b>2015</b>	Rozšíření tréninkového centra
<b>2017</b>	Přejmenování společnosti Doosan Bobcat Manufacturing, s.r.o. na Doosan Bobcat EMEA, s.r.o.

*Tabulka 7: Historie Doosan Bobcat Dobříš*

Výrobní závod v Dobříši je rozdělen do několika částí. Část prvovýroby, zde se nacházejí lasery, ohraňovací lisy, moderní svařovací linky, další část zahrnuje novou lakovnu, postavenou v září 2017, součástí výrobní haly jsou také 3 montážní linky – LDR, MX, Cairo. V neposlední řadě výrobní závod obsahuje i skladové prostory.

V druhém patře budovy výrobního závodu se nachází administrativa – oddělení financí, TQM, bezpečnost, nákup, plánování a zásobování, personální oddělení, oddělení kvality, technologie, expedice, marketing, logistika.

Součástí Dobříšského kampusu je tedy kromě výrobního závodu i Inovační centrum, kde probíhá vývoj strojů a také školicí středisko, kde se poskytuje školení pro dealery týkající se produktů, servisu strojů, prodeje strojů a péče o zákazníky. Školicí centrum také zajišťuje univerzitu pro dealery, školení interních pracovníků, akce pro zákazníky, Demo Show, Road Show a veletrhy.

Celkově tedy společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o. v Dobříši zaměstnává 1 045 kmenových zaměstnanců – počet zaměstnanců ve výrobě je 584 z toho je 111 svářečů.

Čistý obrát společnosti Doosan Bobcat EMEA s.r.o. za účetní období roku 2016 činí 5 120 680 tisíc Kč.



Obrázek 8: Mapa Dobříšského kampusu

V závodě Dobříš se vyrábí:



**Loaders**  
**Nakladače**



**Mini Excavators**  
**Bagry**



**Attachments**  
**Příslušenství**

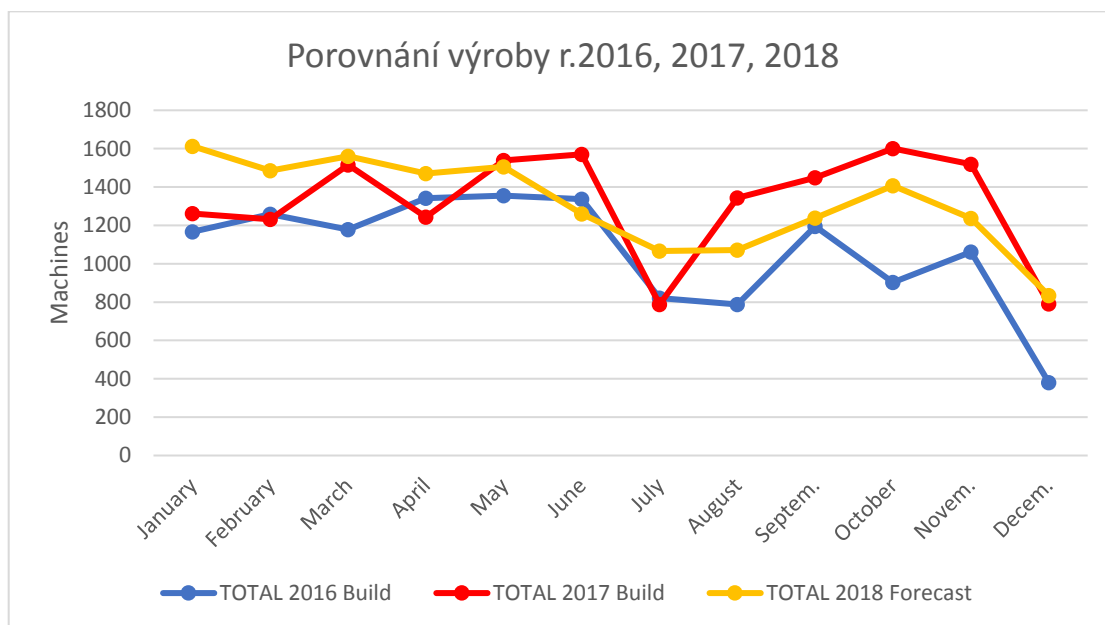
Obrázek 9: Portfolio Doosan Bobcat Dobříš

## 2.2 Formulace problému

Od začátku roku 2017 čelí společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o. ale i celá Evropa nedostatku pracovních sil, jde především o odborné a dělnické pozice.

Společnost Bobcat se potýká zejména s těmito negativními faktory, které mají vliv na celkovou výrobní kapacitu:

- Nepřipravenost výrobního závodu na nárůst výroby od roku 2017.

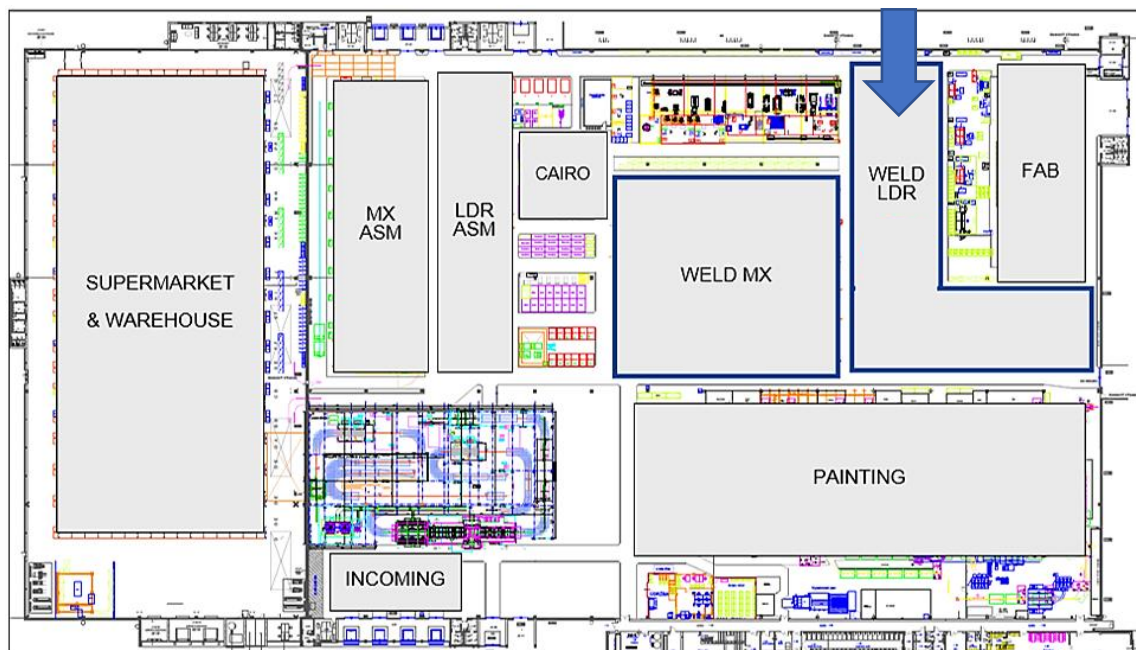


Graf 1: Porovnání výroby v závodě Bobcat Dobříš

- Vysoká fluktuace operátorů, odborných a dělnických pracovníků ve výrobě. Společnost Bobcat není v tuto chvíli schopna udržet si agenturní pracovníky déle jak 3 měsíce. Z analýzy vyplývá, že pouze 3 z 10 přijatých pracovníků vydrží v Bobcatu déle jak 3 měsíce.
- Vysoká poptávka po odborných profesích, v případě Bobcatu je řeč především o svářečích, bohužel nabídka trhu této profese je velmi nízká.
- Bobcat v tuto chvíli není schopen zajistit odpovídající množství svářečů, operátorů, dělníků, tak aby byly pokryty výrobní směny a nedocházelo k nestabilní výrobní produkci, ve výjimečných případech dokonce i k zastavení výrobních linek.

### 2.3 Výchozí situace pracoviště – SVAŘOVNA LDR – Bobtache

Ve své diplomové práci se budu zabírat situací na pracovišti svařovny LDR – Bobtach dále jen BTCH.



Obrázek 10: Layout výrobního závodu Bobcat v Dobříši

Na tomto pracovišti dochází k výrobě rychloupínačů bobtach, které slouží pro uchycení lžice, případně nějakého jiného příslušenství na strojích LDR – bagrů.



Obrázek 11: Bobtach

Na daném pracovišti ve dvou směnné provozu pracují 2 svářeči. Maximální výrobní kapacita jedné směny je 18 kusů BTCH za směnu, kde průměrná denní výroba strojů LDR v Dobříšském závodě činí 34 strojů denně.

Za pomoci metody MTM – 2 a softwaru iSC Methodology DGI analyzujeme stávající situaci.

Tento software využívá metodologii iSC (Common Sense Engineering). Tato metodika je inspirována mnohými ověřenými nástroji, které se vyvíjejí od 40. let např. Taylor, Toyota-TPS, MTM, Lean, 6 - sigma atd. Hlavním cílem metodiky iSC je zdokonalování procesů bez změny přidané hodnoty výrobku a bez investic. Metodika iSC Methodology se uplatňuje v tisících studiích zahrnujících téměř každý jednotlivý průmyslový proces, přičemž dosahuje téměř 20 % zlepšení téměř na 100 % výkonů.

Metodologie iSC provádí vlastní metodu založenou na samostatně vyvinutých softwarových nástrojích, které jsou vhodné pro jakoukoli ekonomickou aktivitu (od automobilového průmyslu až po stavbu lodí, zpracování potravin nebo vinařství).

Hlavní rysy metodologie iSC Methodology:

- Snaha zvýšit výrobní kapacitu (vyrobit více kusů dle časové jednotky) s menšími nároky na zdroje (snížení nákladů na proces).
- Využívá pravidlo: „Přísně zakázáno měnit něco, co přidává hodnotu (změna samotného výrobku), takže výsledky a standardy kvality našeho procesu se dosud nezmění.“
- Zlepšení procesu při minimální nebo žádné investici.
- Neustálý vývoj softwarových nástrojů – DGM (slouží jako nástroj pro návrh průmyslových linek pro montáž a výrobu se zaměřením na stroje), DGI (slouží jako nástroj pro návrh průmyslových linek pro montáž a výrobu se zaměřením se na pracovníky). [17]

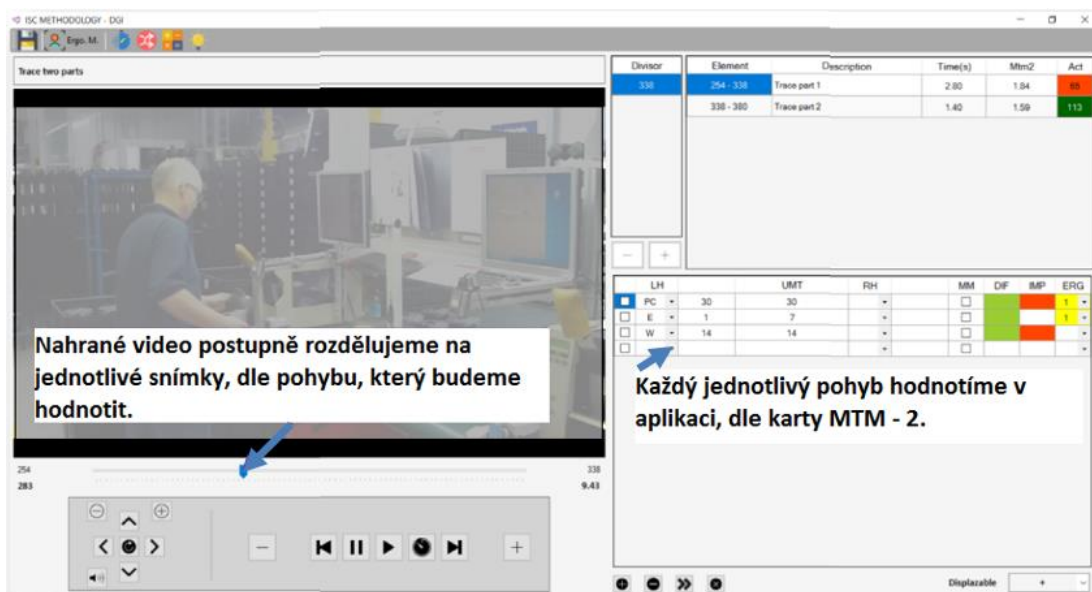
V našem případě byla využita aplikace DGI. Tato aplikace tedy poskytuje podporu metodě analýzy operativního průmyslového procesu, které byly vyvinuty podle metodiky iSC.

Díky této aplikaci jsme schopni analyzovat a zhodnotit práci operátorů na daném pracovišti, ve kterém je definován layout pracoviště.

Postup při analýze a hodnocení práce operátorů pomocí aplikace DGI:

- 1) Je nutné si celou výrobní operaci, kterou budeme hodnotit, natočit na kameru. Abychom mohli natočené video použít, je potřeba, aby operátor byl kvalitně zachycen na snímcích – aby na videu bylo vidět pohyb horních a dolních končetin, trupu, celého těla i obličeje.
- 2) Toto video postupně nahrajeme do aplikace – rozdělíme na jednotlivé snímky, které budeme hodnotit.
- 3) Každý jednotlivý pohyb v aplikaci ohodnotíme dle karty MTM – 2.



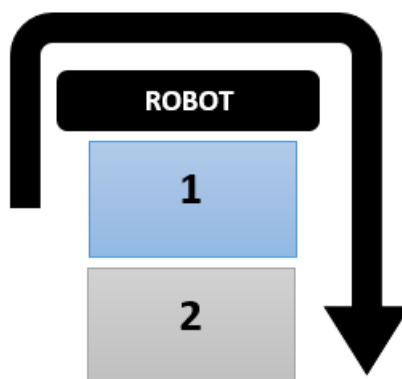


Obrázek 12: DGI aplikace

- 4) Vložíme základní údaje – jako je počet vyrobených kusů za směnu, celkový roční objem výroby, počet směn na pracovišti.
- 5) Generování výsledků

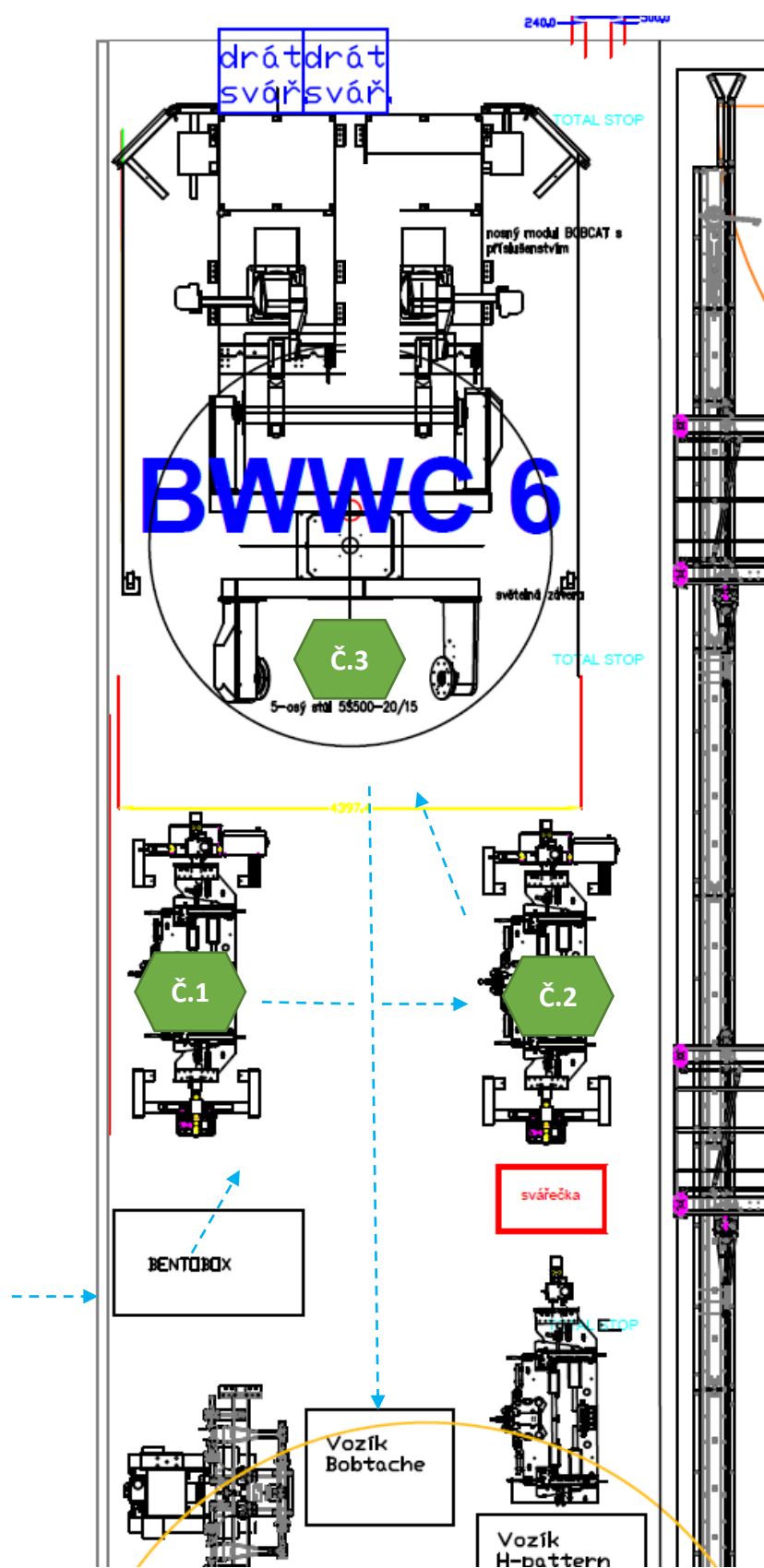
Pracoviště je rozděleno na dva sektory. V prvním sektoru dochází k zakládání materiálu, stehování a ručnímu svařování dílů na pracovišti č. 1 a 2. a dále ke svařování pomocí automatického robota (MAG). V druhém sektoru operátor polotovaru brousí a případně upravuje svary ruční svářečkou, dochází zde také k předmontáži potřebných dílů (šrouby, matice, pružiny). Poté je polotovar otestován v přípravu, pokud vyhovuje požadavkům, operátor díl uloží na bentobox. Po naplnění bentoboxu, jehož kapacita jsou 4 ks, je vozík s díly převezen do lakovny.

První sektor je obsluhován jedním svářečem, druhý sektor je taktéž obsluhován jedním svářečem.



Obrázek 13: Schéma pracoviště Bobtach

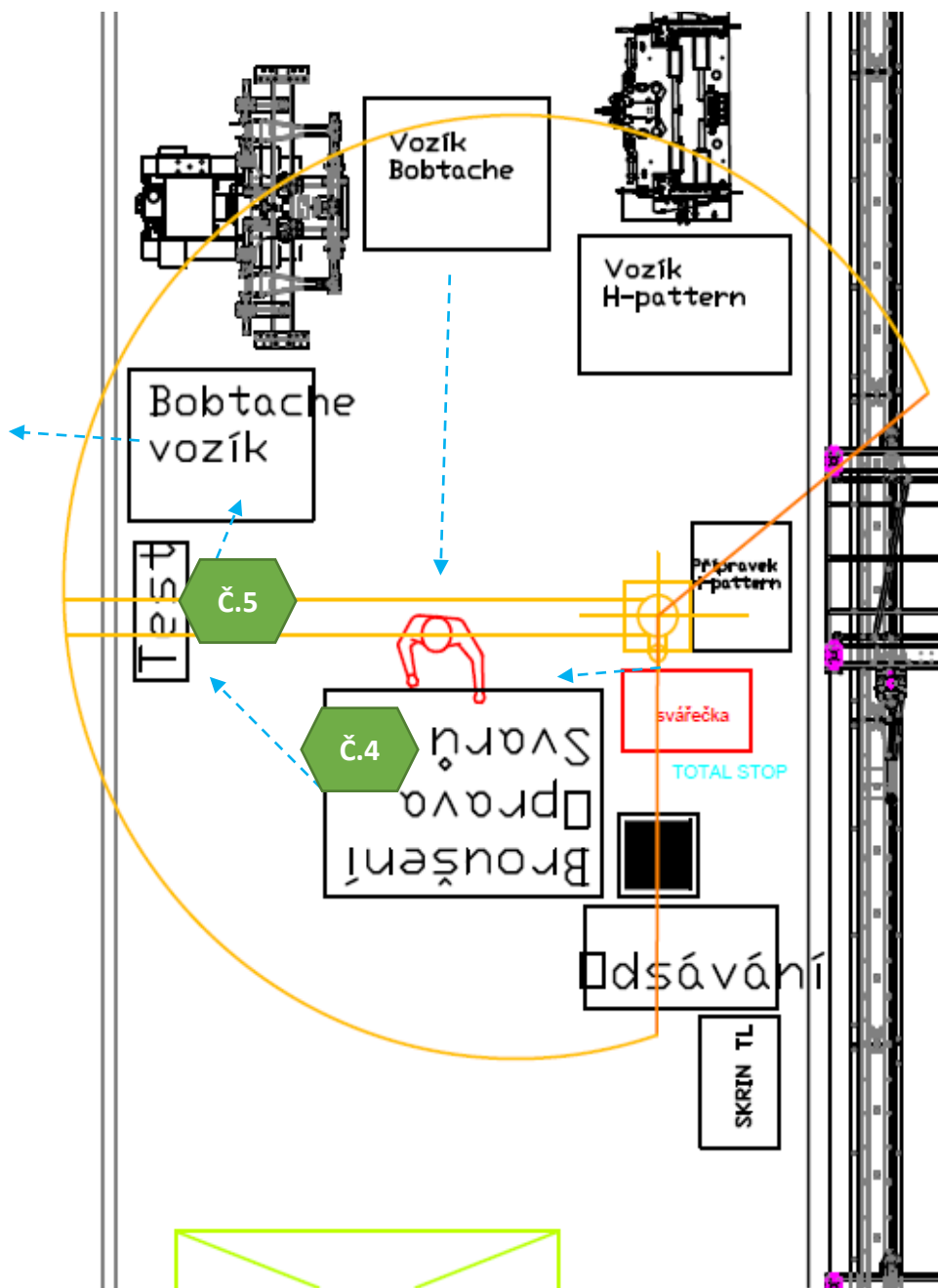
Sektor část 1:



Obrázek 14: Layout pracoviště LDR Bobtach - část 1.

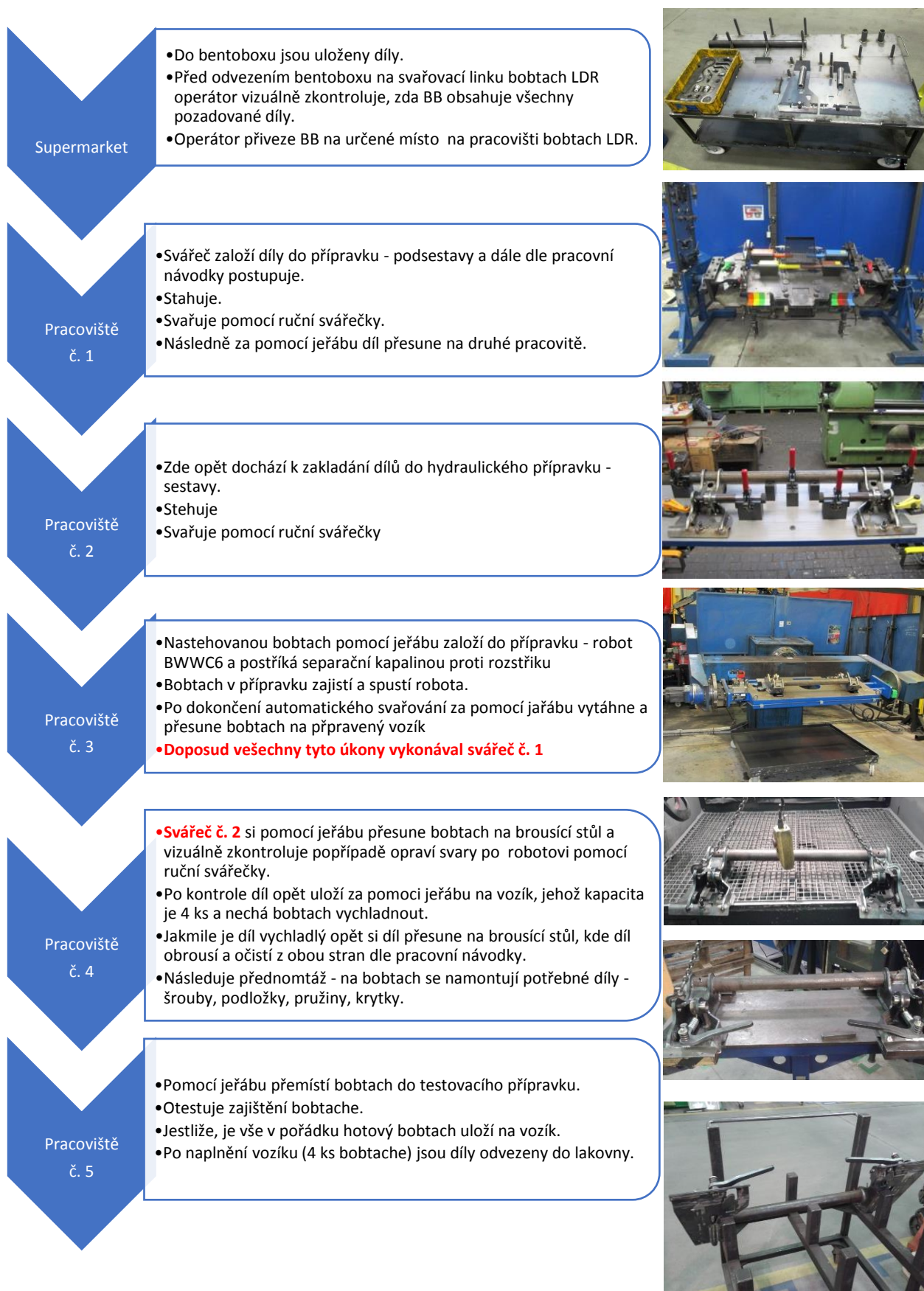


## Sektor část 2:



Obrázek 15: Layout pracoviště LDR Bobtach - část 2.

## Pracovní schéma – původní varianta:



Obrázek 16: Pracovní schéma původní varianty pracoviště

Je tedy nutné zmapovat současný stav pracoviště a definovat příčiny a důsledky plýtvání a identifikovat kritické místo.

Jak je patrné z výše uvedeného popisu a situačního výkresu, při tomto upořádání pracoviště dochází k prostojům na pracovišti č. 4. Pracoviště č. 4 v sobě zahrnuje dvě operace – ruční oprava svarů a broušení. V případě, že je potřeba doopravit svary ručně (minimální počet případů) ruční svářečkou, musí svářeč nejprve svary opravit a poté až může začít brousit. Dochází tedy k prostojům, díly, které už vychladly na vozíku, by mohly být broušeny, bohužel pokud je potřeba opravit svary, musí tyto díly počkat, než se svary opraví. S tím je také spojena špatně využívaná kapacita druhého svářeče. Je zbytečné, aby toto pracoviště obsluhoval vyučený svářeč, jeho kapacitu můžeme využít jinde. Pro obsluhu pracoviště broušení plně vystačí manuálně zdatný operátor.

Dle aplikace DGI-Methodology vychází, že v námi sledovaném úseku tzn. vyjmutí svařence z automatického robota za pomoci jeřábu, přesun a uložení dílu do bentoboxu (chladnutí) vyjmutí dílu z bentoboxu za pomoci jeřábu a přemístění na brusičský stůl, nachodí svářeč 90,78 km za rok.

#### Důvody plýtvání, identifikace kritického místa:

- Na pracovišti č. 4 vznikají prostoje – čekání na dokončení opravy svarů.
- Špatně využita kapacita druhého svářeče – na základě analýzy aktivit a úkolů pomocí přímého měření pracovníka za pomoci snímku pracovního dne bylo zjištěno, že druhý svářeč vykonává svou pracovní činnost v poměru 15 % oprava svarů a 85 % broušení.
- Vysoká poptávka po svářečích.
- Vysoká fluktuace zaměstnanců.

Všechny tyto důvody vedou k nestabilní výrobě na pracovišti LDR svařovna – BTCH. Tím pádem jsou pracovníci nuceni dělat přesčasy, víkendové směny, aby nedošlo k celkovému zastavení výrobní linky LDR.

#### Celkový počet víkendových směn na pracovišti LDR za rok 2017:

Měsíc	Počet sobot	Počet vyrobených strojů
<b>Leden</b>	1 sobota	14 strojů LDR
<b>Únor</b>	2 soboty	28 strojů LDR
<b>Březen</b>	3 soboty	58 strojů LDR
<b>Duben</b>	2 soboty	48 strojů LDR
<b>Srpen</b>	2 soboty	32 strojů LDR
<b>Září</b>	1 sobota	16 strojů LDR

*Tabulka 8: Počet víkendových směn – pracoviště svařovna LDR – BTCH*

Celkem bylo vyrobeno 196 strojů LDR během víkendových směn za rok 2017. Mzdové náklady na víkendové směny r. 2017 na pracovišti LDR – BTCH činily přibližně 82 tisíc korun.

## 2.4 Návrh možných variant

Jak je patrné z výše uvedené výchozí situace je potřeba udělat personální změnu na tomto pracovišti. Z původního stavu, kdy pracoviště obsluhovali dva kvalifikovaní svářeči, upravíme počet svářečů pouze na jednoho, který bude schopen bez problému obsluhovat sektor č. 1 a v mezech bude schopen také vizuálně zkontrolovat a případně upravit svary na svařenci po robotu. Druhý svářeč tím pádem není potřeba, místo toho ho nahradíme dělníkem – brusičem, který bude schopen obsluhovat pracoviště č. 4 a č. 5 tzn. sektor č. 2. (broušení, předmontáž, výstupní kontrola).

Díky této změně ušetříme na mzdových nákladech:

Pracoviště LDR - BOBTACHE		
Počet pracovních dní	D	365
Nepracovní dny (víkend)	W	105
Placené svátky [dny]	BH	10
Nominální časový fond ( $F_n$ )	$F_n = D - W - BH$	250
Dovolená [dny]	H	25
Průměrná nemocnost [dny]	ID	12
Fond pracovního času	d	213
Počet pracovišť	g	1
Směny	$\sigma$	2 (délka jedné směny 8 h.)
Efektivní časový fond na pracoviště [hod]	$F_{ef} = d * h * g * \sigma$	3377

Tabulka 9: Efektivní časový fond

Výrobní úsek	Mzdové náklady [Hr.mzda/rok]	Sociální, zdravotní p.	Ochranné pomůcky	$\Sigma$	HNS [Kč/h]
Svářeč	389 828	132 542	4 200	526 570	311,82
Montážní dělník	300 835	102 284	3 000	406 120	240,49

Tabulka 10: HNS pracovníků na pracovišti LDR-BTCH

Ročně tedy ušetříme na mzdových nákladech 240 900 Kč.

	Původní varianta	Nová varianta	Počet směn	HNS
<b>Svářeč</b>	2	1	2	311,83
<b>Montážní dělník</b>	0	1	2	240,50
<b>Celkem HNS</b>	1 247,30	1 104,65		
<b>ROZDÍL</b>	<b>142,66</b>	<b>240 900,15</b>		

Tabulka 11: Porovnání mzdových nákladů na pracovišti svařovna LDR- BTCH

V případě této personální změny je ale potřeba upravit layout pracoviště tak, aby vznikl nový prostor pro kontrolu sváru a zároveň byly splněny všechny bezpečnostní a ergonomické podmínky na pracovišti. V tuto chvíli pro analýzu a návrh nového uspořádání pracoviště využiji metodu MTM – 2, která plně respektuje bezpečnostní hlediska.

Údaje potřebné pro hodnocení variant:

- V následujících variantách bude implementovaná personální změna – 1 svářeč + 1 brusič.
- Odpisy přípravků jsou rovnoměrné po dobu 5 let, daňová sazba 21 %.
- Diskontní sazba společnosti Doosan Bobcat EMEA s.r.o. činní 9,7 %.

### 2.4.1 Varianta č.1 – Úprava přípravku na broušení H-patternů

#### Popis změny přípravku:

Přípravek H-pattern, jenž se využívá na noční směně k broušení H-patternů, bude upraven a to tak, aby po jeho otočení o 180° vznikl stůl do kterého by bylo možné vsadit vychladlý BTCH a zkontrolovat kvalitu svarů a případně je opravit pomocí ruční svářečky.

#### Investice – odborný cenový odhad:

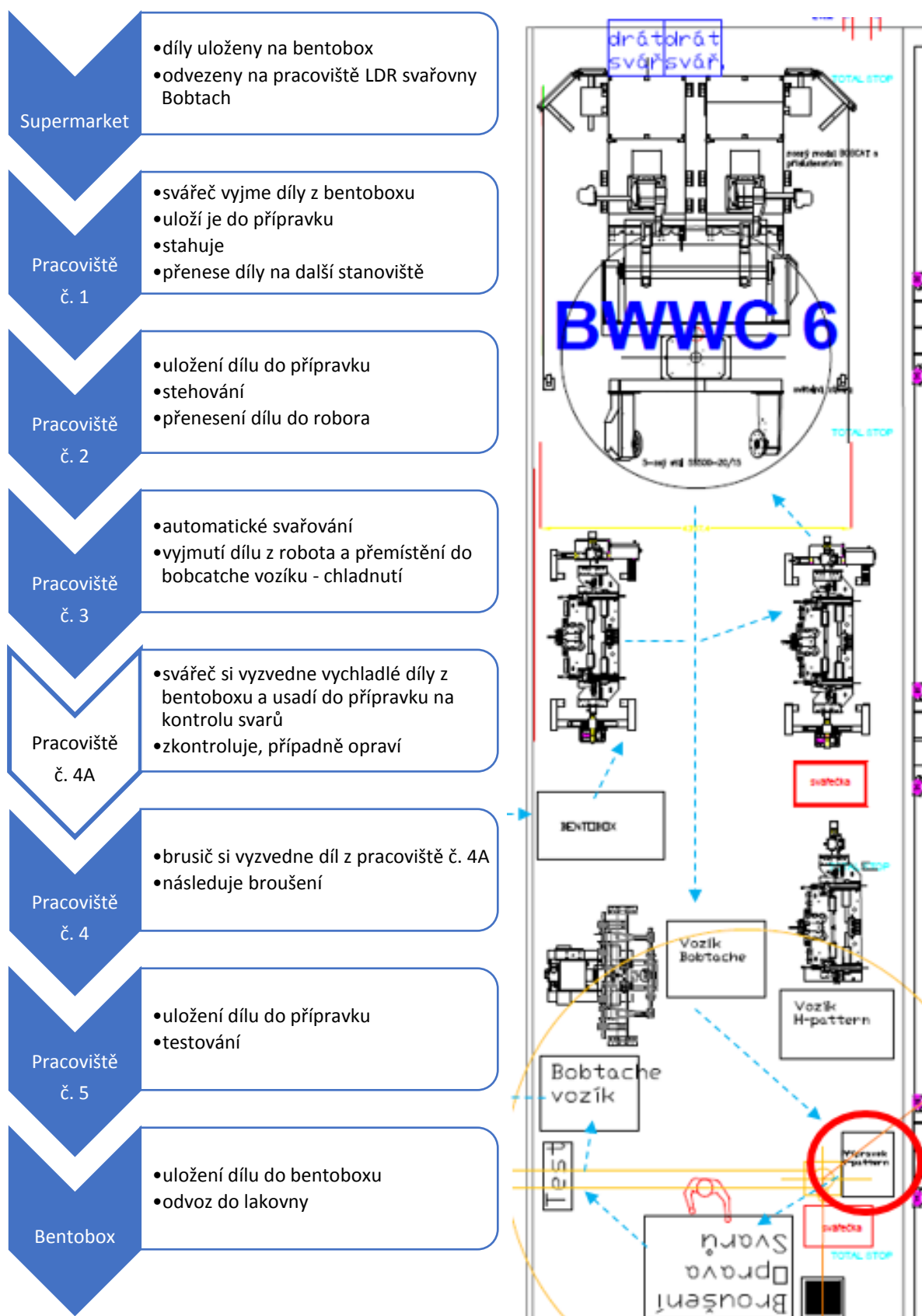
Úprava přípravku H-pattern – na druhou stranu mechanického polohovadla by se namontovala deska, upravení přípravku by proběhlo externě, z důvodu povinné certifikace:

Základní deska – ocel 1 x 1 m	1x
Prizma	2x
Mechanická upínka s aretací	2x
<b>Cena celkem</b>	<b>2 300 EUR</b>

Tím pádem operaci, kterou jsme prováděli na původní pracovišti č. 4 přesuneme na nové pracoviště č. 4A.

Dle aplikace DGI-Methodology vychází, že v námi sledovaném úseku nachodí svářeč 112,14 km za rok.

Pracovní schéma varianty č. 1–A:



Obrázek 17: Pracovní schéma varianty č. 1-A

## 2.4.2 Varianta č. 2 – Úprava přípravku na stehování Bobtache – S100/T110

### Popis změny přípravku:

Varianta č. 2 zahrnuje úpravu přípravku S100/T100, který je denně využíván velmi zřídka (v závislosti výroby S100/T110 strojů, dle plánu výroby na rok 2018 to vychází 1-2 stroje denně). Přípravek by se upravil tak, že po otočení o 180° by vzniklo pracoviště na kontrolu svarů. Opět pracoviště č. 4 by bylo pouze pro broušení.

### Investice – odborný cenový odhad:

Úprava přípravku S100/T100 – na druhou stranu hydraulického polohovadla by se namontovala deska, upravení přípravku by proběhlo externě, z důvodu povinné certifikace:

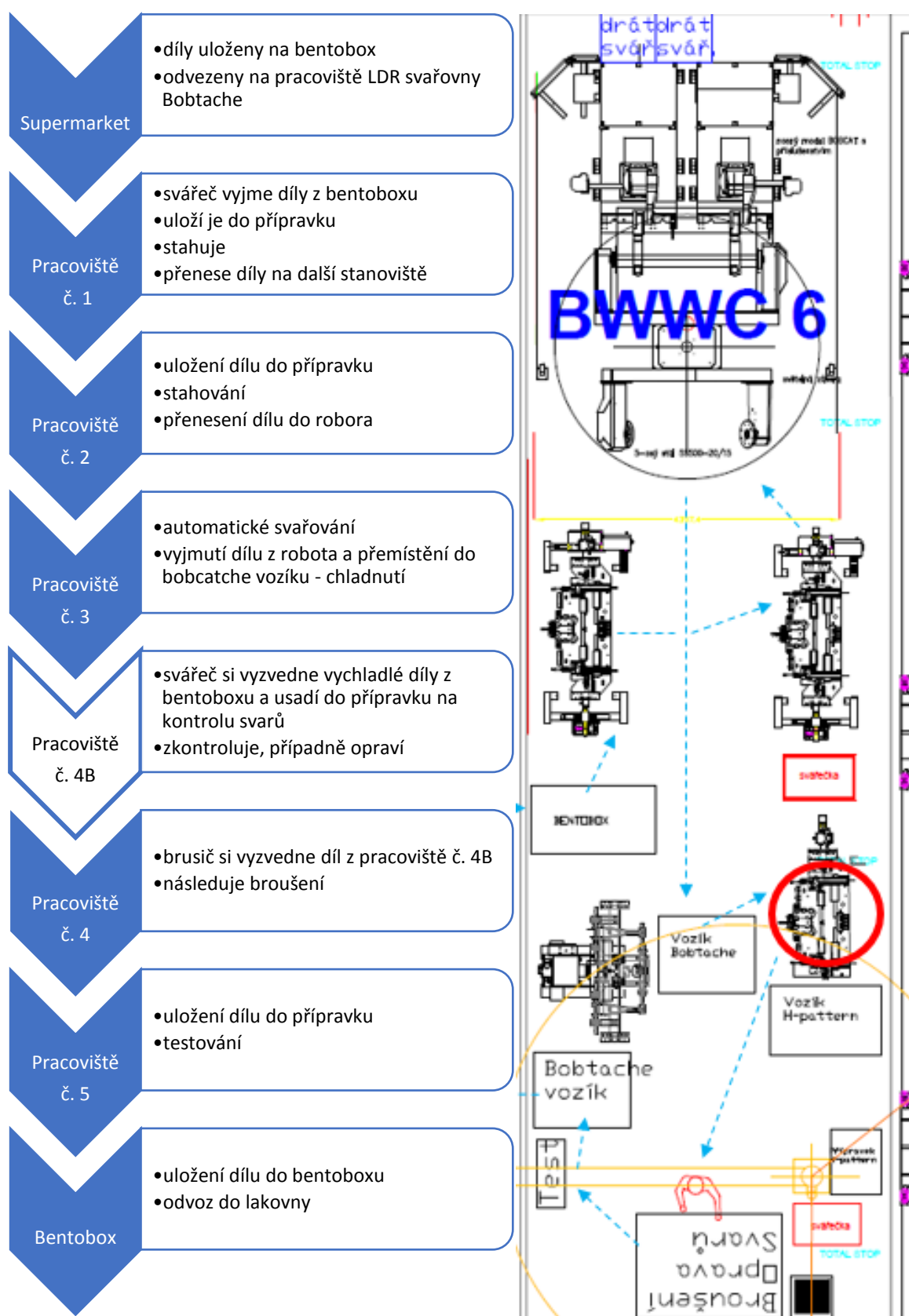
Základní deska – ocel 1,6 x 0,5 m	1x
Prizma	2x
Mechanická upínka s aretací	2x
<b>Cena celkem</b>	<b>2 500 EUR</b>

Tím pádem operaci, kterou jsme prováděli na původní pracovišti č. 4 přesuneme na nové pracoviště č. 4B.

Dle aplikace DGI-Methodology vychází, že v námi sledovaném úseku nachodí svářeč 96,12 km za rok.



Pracovní schéma varianty č. 2-B:



Obrázek 18: Pracovní schéma varianty č. 2-B

### 2.4.3 Varianta č. 3 – Přesun přípravku H-pattern a vytvoření stolu na kontrolu svarů

Varianta č. 3 v sobě zahrnuje změnu layoutu, kde v druhé části pracoviště by vzniklo volné místo pro nový stůl na kontrolu svarů přesunutím přípravku na H-patterny a přípravku na S100/ T110.

#### Investice – odborný cenový odhad:

Externí výroba nového stolu na kontrolu svarů, změna layoutu na pracovišti:

- Nový stůl:

Základní deska – ocel 1,6 x 0,5 m	1x
Prizma	2x
Mechanická upínka s aretací	2x
<b>Cena celkem</b>	<b>2 700 EUR</b>

- Změna uspořádání objektů na pracovišti:

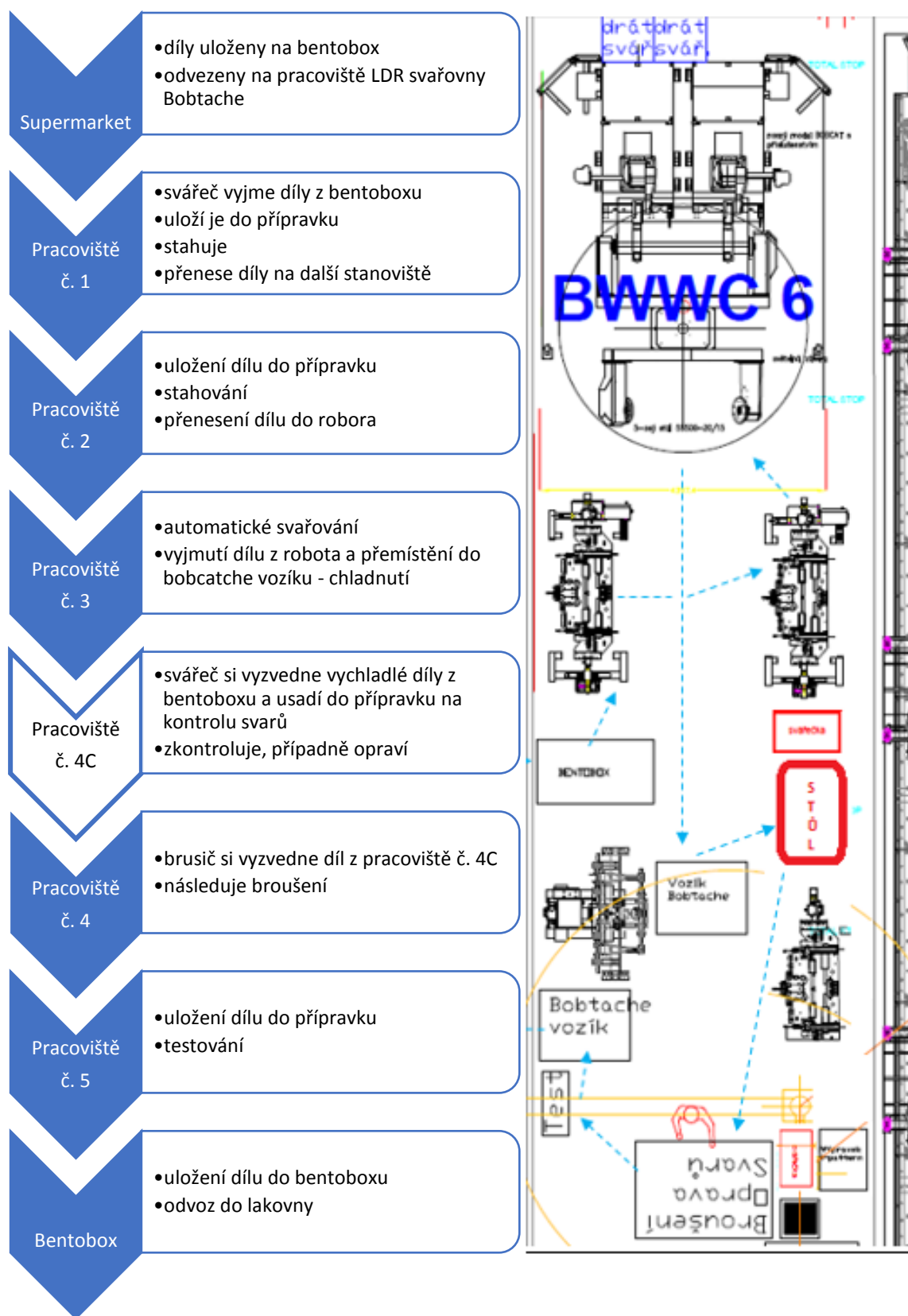
Přesun ruční svářečky	
Demontáž – přesun – montáž přípravku na H-patterny (využíván na nočních směnách)	
Demontáž – přesun – montáž hydraulického přípravku S100/T110	
Přesun vozíku na H-pattern	
<b>Cena celkem</b>	<b>300 EUR</b>

Investice	Náklady (v EUR)
Nový stůl	2 700
Změna layoutu	300
<b>CELKEM</b>	<b>3 000 EUR</b>

Tím pádem operaci, kterou jsme prováděli na původní pracovišti č. 4 přesuneme na nové pracoviště č. 4C.

Dle aplikace DGI-Methodology vychází, že v námi sledovaném úseku nachodí svářeč 101,46 km za rok.

### Pracovní schéma varianty č. 3 - C:



Obrázek 19: Pracovní schéma varianty č. 3-C

#### 2.4.4 Varianta č. 4 – Přesun vozíku pro H-patterny a vytvoření stolu na kontrolu svarů

Varianta č. 4 v sobě zahrnuje změnu layoutu, kde v místě, jenž je určeno pro pojízdný vozík H-pattern (pouze na noční směně), by vzniklo místo také pro pojízdný stůl na kontrolu svarů. Na ranní a odpolední směně by na tomto místě byl umístěn stůl na kontrolu svarů a na noční směně by zde byl vozík na H-patterny.

##### **Investice – odborný cenový odhad:**

Externí výroba nového pojízdného stolu na kontrolu svarů:

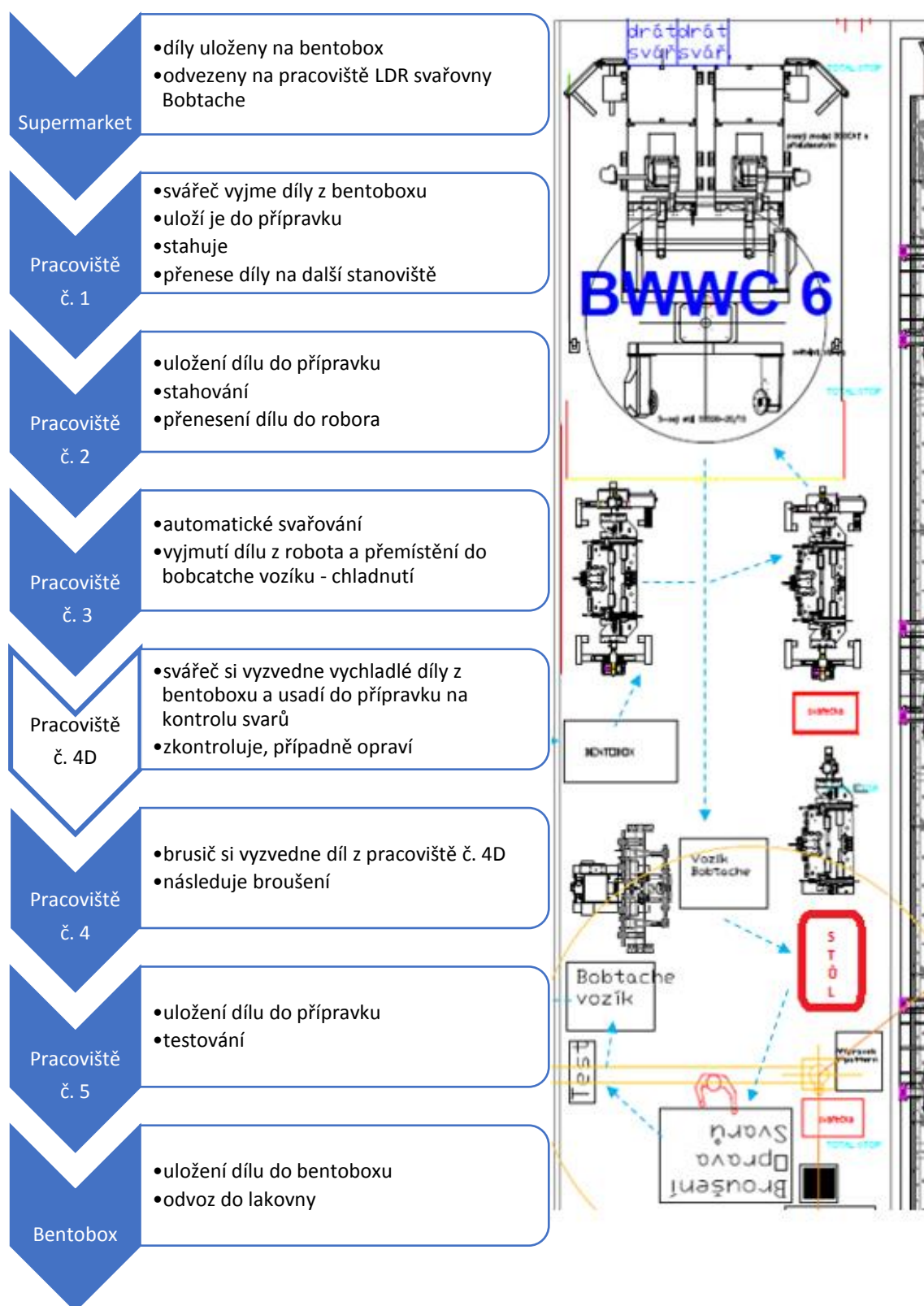
- Nový stůl:

Základní deska – ocel 1,6 x 0,5 m	1x
Prizma	2x
Mechanická upínka s aretací	2x
<b>Cena celkem</b>	<b>2 700 EUR</b>

Tím pádem operaci, kterou jsme prováděli na původní pracovišti č. 4 přesuneme na nové pracoviště č. 4D.

Dle aplikace DGI-Methodology vychází, že v námi sledovaném úseku nachodí svářeč 101,46 km za rok.

Pracovní schéma varianty č. 4 - D:



Obrázek 20: Pracovní schéma varianty č. 4-D

### 3 Závěrečné zhodnocení variant

V předchozích kapitolách jsem definovala a analyzovala čtyři možné varianty úpravy pracoviště LDR – BTCH, které by se mohly implementovat za předpokladu, že dojde k personální změně na pracovišti.

Při původní situaci, kde na pracovišti pracují na jedné směně dva svářeči, nebyla dostatečně využita kapacita druhého svářeče, ten místo toho, aby primárně dělal úkony týkající se svařování, tak především brousil (pracovní činnost v poměru 15 % oprava svarů a 85 % broušení). Proto je tedy nutné udělat v první řadě personální změnu na tomto pracovišti, a to v poměru jeden svářeč a jeden brusič na jednu směnu. Díky této změně se nám také sníží celková hodinová sazba pracovníků na 552,32 Kč/hod. Ročně tedy ušetříme 240 900 Kč.

Obecně můžeme říci, že všechny navržené varianty jsou realizovatelné. Je tedy potřeba je mezi sebou porovnat a vybrat tu, která bude mít pro nás tu nejvyšší možnou užitnou hodnotu.

Všechny čtyři varianty v sobě zahrnují menší investici v podobě koupi nového přípravku (varianty č. 3 a 4), případně úprava již existujícího přípravku (varianty č. 1 a 2). Třetí varianta navíc ještě zahrnuje úpravu daného pracoviště (potřeba upravit pracovní plochu tak, aby se tam všechno vešlo.)

Náklady spojené s investicí jsou vyčísleny u každé varianty. V tabulce můžeme vidět, že nejdražší investice je do varianty č. 3, kde je potřeba koupit nový přípravek na kterém se budou kontrolovat svary, ale také je potřeba upravit rozmístění objektů na pracovišti, aby vznikl nový volný prostor pro nový přípravek. Při této variantě č. 3 se nevyhneme demontáži, přesunu a montáží dvou sávajících přípravků.

	Původní varianta	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3	Varianta č. 4
Náklady investice	0	2300	2500	3000	2700
Počet ušlých km/rok	90,78	112,14	96,12	101,46	101,46
Celkové HNS pracovníků	623,65	552,32	552,32	552,32	552,32
ČSH	---	-1 931	-2 099	-2 519	-2 267
Doba návratnosti	---	4,7	4,7	4,7	4,7

Tabulka 12: Závěrečné zhodnocení variant

Jako nejefektivnější varianta se jeví varianta č. 2, která zahrnuje úpravu hydraulického přípravku S100/T100, který je denně využíván velmi zřídka (dle plánu výroby na rok 2018 to vychází maximálně 2 stroje denně). Přípravek by se upravit tak, že po otočení o 180° by vzniklo pracoviště na kontrolu svarů. Při této variantě by svářeč během roku ušel na sledovaném úseku (od vyjmutí svařence za

pomocí jeřábu až po položení svařence na stůl sloužící pro kontrolu svarů) pouhých 96,12 km, což je nejméně z navržených variant.

Z pohledu nákladů na investici to není ta nejlevnější varianta ale ani ta nejdražší. Průměrné náklady na investici vychází 2 625 EUR. Tedy náklady na investici naší zvolené varianty č. 2 jsou pod průměrem o celých 125 EUR. Výhodou této varianty je také to, že zde nemusíme nic demontovat a stěhovat na jiné místo. Dojde pouze k úpravě stávajícího přípravku.

Dle výsledných hodnot čisté současné hodnoty se varianta č. 2 jeví jako přijatelná. Vychází jako druhá nejlepší možnost z navržených variant.

A z pohledu návratnosti investice jsou všechny navržené varianty také přijatelné. Doba návratnosti u daných variant je necelých 5 let. Nový případně upravený přípravek bude mít dobu životnosti nejméně 8-10 let.

## 4 Závěr

Touto prací demonstruji praktickou ukázkou na skutečné společnosti a její reálný projekt. Cílem bylo na základě získaných vstupních údajů navrhnout vhodnou variantu zvýšení efektivity výrobních zdrojů na pracovišti svařovny ve společnosti DOOSAN BOBCAT EMEA, s.r.o.

V teoretické části diplomové práce jsem definovala průmyslové inženýrství se zaměřením se na metodu MTM, kterou jsem používala pro analýzu jednotlivých variant v praktické části. Dále jsem zde popsala ekonomické ukazatele jako například nákladovou hodinovou sazbu, čistou současnou hodnotu, dobu návratnosti. Pomocí těchto ukazatelů jsem v praktické části jednotlivé varianty hodnotila a porovnávala je mezi sebou.

V praktické části této práce jsem řešila konkrétní projekt pro společnost Doosan Bobcat EMEA s.r.o. a to s ohledem na všechny části probírané v první teoretické části.

Hlavním úkolem praktické části bylo navrhnout a zhodnotit jednotlivé varianty, které mohou nastat na pracovišti svařovna LDR – Bobtach a následně je mezi sebou porovnat a zvolit tu, které bude mít pro Bobcat tu nejvyšší užitečnou hodnotu.

V první fázi jsem analyzovala současný stav pracoviště. Zde jsem využila metodu MTM – 2. Bylo potřeba nalézt a definovat problémové místo pracoviště. Díky přímému měření jsem stanovila úzké místo, což byla nevyužitá kapacita jednoho ze dvou svařečů na pracovišti. Ten vykonával především jinou práci na pracovišti, než na kterou byl přijat. Jako opatření proti tomuto plýtvání jsem navrhla

personální změnu, aby dané pracoviště obsluhoval pouze jeden svářeč, který by měl na starosti činnosti spojené se svařováním, a jeden brusič (náhrada za původně druhého svářeče). Při této změně dojde také k úspoře mzdových nákladů na pracovišti.

V další fázi bylo nutné na základě personální změny udělat úpravy pracoviště. Navrhla jsem čtyři možné varianty, jak by pracoviště mohlo fungovat. Všechny čtyři navržené varianty byly fyzicky od simulovány a pomocí aplikace DGI Methodology a ekonomický ukazatelů jsem je i vyhodnotila.

V poslední fázi mé práce jsem varianty mezi sebou porovnala a navrhla nejvhodnější variantu pro implementaci, která by měla zvýšit efektivitu zdrojů na pracovišti svařovny ve společnosti DOOSAN BOBCAT EMEA, s.r.o.

Tuto diplomovou práci společnost Bobcat může využít jako předlohu a pokusit se analyzovat další pracoviště, na kterých by mohla proběhnout změna a zefektivnění využití výrobních zdrojů.



## 5 Použité zdroje

### Použitá literatura:

- [1] MAŠÍN, Ivan. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 80-902235-6-7.
- [2] TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006. ISBN 80-7318-381-1.
- [3] LHOTSKÝ, Oldřich. Organizace a normování práce v podniku. Praha: ASPI, 2005. Lidské zdroje. ISBN 80-7357-095-5.
- [6] ŠTŮSEK, Jaromír. Řízení provozu v logistických řetězcích. V Praze: C.H. Beck, 2007. C.H. Beck pro praxi. ISBN 9788071795346.
- [7] KRÁL, M. Metody a techniky užívané v ergonomii. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2001. ISBN 80-238-7930.
- [8] MIKULEC, L. A KOLEKTIV. Normativy pohybů I. díl. Praha: Institut ČSKVŘ, 1974. ISBN 57 411-99.
- [9] MIKULEC, L. A KOLEKTIV. Normativy pohybů II. díl. Praha: Institut ČSKVŘ, 1974. ISBN 57 411-99.
- [10] FREIBERG, František a ZRALÝ Martin. Ekonomika podniku, ČVUT, Praha, 2008
- [11] MACÍK M. a ZRALÝ M. Kalkulace a rozpočtnictví, Sbírká úloh, Vyd. ČVUT, 2002
- [12] MARTINOVIČOVÁ, Dana, Miloš KONEČNÝ a Jan VAVŘINA. Úvod do podnikové ekonomiky. Praha: Grada, 2014. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5316-4.
- [14] SCHOLLEOVÁ, H.: Ekonomické a finanční řízení pro neekonomy. 2. přeprac. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. 272 s. ISBN 978-80-247-4004-1.
- [15] PROSTĚJOVSKÁ, Z.: Finanční řízení a investování. Praha: České vysoké učení technické, 2006. 105 s. ISBN 80-01-03566-2

### Online zdroje:

- [4] API – Akademie produktivity a inovací. API – Akademie produktivity a inovací [online]. Copyright © 2005 [cit. 07.01.2018]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz>
- [5] [www.ipaczech.cz](http://www.ipaczech.cz)
- [13] Projekt Manažer 250+ | Kariéra projektového manažera začíná u nás. Projekt Manažer 250+ | Kariéra projektového manažera začíná u nás. [online]. Dostupné z: <http://www.projektmanazer.cz>
- [16] Especialistas en organización industrial y formación en las técnicas MTM de estudio del trabajo. Especialistas en organización industrial y formación en las técnicas MTM de estudio del trabajo. [online]. Copyright © 2017 mtm ingenieros para la mejora continua. S.L. [cit. 07.01.2018]. Dostupné z: <http://mtmingenieros.com>
- [17] Document Moved. Document Moved [online]. Dostupné z: <http://www.isc-methodology.com>

## 6 Seznam tabulek a grafů

Obrázek 1: Analýza práce .....	10
Obrázek 2: 7 základních kroků postupu studie práce .....	12
Obrázek 3: Rozdělení časových studií .....	13
Obrázek 4: Záznamová karta časových standardů MTM-2 [16] .....	18
Obrázek 5: Karta kategorie pohybů [16] .....	18
Obrázek 6: Distribuční síť společnosti Doosan Bobcat EMEA s.r.o. ....	25
Obrázek 7: Síť výrobních závodů společnosti Doosan Bobcat.....	25
Obrázek 8: Mapa Dobříšského kampusu.....	27
Obrázek 9: Portfolio Doosan Bobcat Dobříš.....	27
Obrázek 10: Layout výrobního závodu Bobcat v Dobříši.....	29
Obrázek 11: Bobtach .....	29
Obrázek 12: DGI aplikace .....	31
Obrázek 13: Schéma pracoviště Bobtach .....	31
Obrázek 14: Layout pracoviště LDR Bobtach - část 1. ....	32
Obrázek 15: Layout pracoviště LDR Bobtach - část 2. ....	33
Obrázek 16: Pracovní schéma původní varianty pracoviště .....	34
Obrázek 17: Pracovní schéma varianty č. 1-A .....	39
Obrázek 18: Pracovní schéma varianty č. 2-B .....	41
Obrázek 19: Pracovní schéma varianty č. 3-C .....	43
Obrázek 20: Pracovní schéma varianty č. 4-D .....	45
Tabulka 1: Okruhy průmyslového inženýrství .....	9
Tabulka 2: Přepočet jednotky TMU .....	15
Tabulka 3: Základní pohyby MTM .....	16
Tabulka 4: Vývoj metody MTM .....	17
Tabulka 5: Stupně MTM .....	17
Tabulka 6: Analýza přemístění pravítka dle MTM – 2 .....	18
Tabulka 7: Historie Doosan Bobcat Dobříš.....	26
Tabulka 8: Počet víkendových směn – pracoviště svařovna LDR – BTCH.....	35
Tabulka 9: Efektivní časový fond .....	36
Tabulka 10: HNS pracovníků na pracovišti LDR-BTCH .....	36
Tabulka 11: Porovnání mzdových nákladů na pracovišti svařovna LDR- BTCH.....	37
Tabulka 12: Závěrečné zhodnocení variant.....	46